



Universidad de Valladolid

**Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal,
Agronómica y de la Bioenergía**

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**TITULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE
PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA)**

~~~~~

**AUTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA**

**DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL**

**TUTOR/ES: EPIFANIO DÍEZ DELSO**

**SORIA. 12 de Junio DE 2019**

***AUTORIZACIÓN del TUTOR  
del TRABAJO FIN DE GRADO***

D. EPIFANIO DIEZ DELSO, Profesor del departamento: INGENIERA AGRICOLA Y FORESTAL como Tutor del TFG titulado “Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el municipio de Sigüenza (Guadalajara)” presentado por el alumno D.Daniel Muñoz Sopeña da el Vº. Bº. y autoriza la presentación del mismo, considerando que reúne las condiciones para su presentación a examen por parte del tribunal correspondiente

Soria, ..... de ..... de .....

El Tutor del TFG,

Fdo.: .....

# ***RESUMEN del TRABAJO FIN DE GRADO***

TÍTULO: Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el municipio de Sigüenza (Guadalajara)

DEPARTAMENTO: Ingeniería agrícola y forestal.

TUTOR(ES): Epifanio Díez Delso

AUTOR: Daniel Muñoz Sopena

## RESUMEN:

El presente proyecto se basa en la puesta en marcha de una explotación para la producción de pistachos ubicada en el municipio de Sigüenza (Guadalajara) sobre unas parcelas del promotor, constituyendo una superficie total de 4,4ha. El objetivo de este proyecto es obtener una rentabilidad a partir de la venta del fruto, el cual será pelado y limpiado previamente en la explotación.

Para conseguir este fin se emplearán plantas injertadas, siendo el pie de estas *Pistacia Terebinthus* y utilizando como variedad femenina Kerman. Se dispondrán de variedades masculinas en un 10%, las cuales serán Peter, Guerrero, Chaparrillo y C-Especial.

Estos ejemplares serán plantados sobre la superficie mecánicamente mediante una plantadora arrastrada por el tractor, respetando un marco de plantación rectangular de 7x5m, el cual facilita las posteriores operaciones de laboreo del terreno y circulación de maquinaria.

Tras realizar un estudio climático y dada la disponibilidad de agua en la parcela por el sondeo existente se estima necesario el aporte de riego, éste se hará mediante riego por goteo dividiendo la parcela en dos sectores. Para la extracción del agua del sondeo, así como el funcionamiento de la instalación se va a proceder a la instalación de 18 paneles fotovoltaicos, además de un inversor regulador cargador y unos acumuladores.

Se llevará a cabo la construcción de una nave almacén de 150m<sup>2</sup> para el almacenamiento de la maquinaria y el producto, la cual constará de una instalación eléctrica de iluminación y tomas de corriente abastecida por una pequeña instalación solar fotovoltaica, en este caso de 5 paneles fotovoltaicos. También se construirá una caseta de riego de 50m<sup>2</sup> donde se alberga el almacén de fitosanitarios, cumpliendo con la normativa constructiva, y todo el equipo de control del riego; así como los dispositivos de fertirrigación.

Ambas instalaciones fotovoltaicas se ubican sobre la cubierta de cada una de las construcciones por lo que no es necesario emplear sofisticadas estructuras de orientación.

Se pretende rentabilizar la inversión y generar beneficios en el menor tiempo posible, además, tras estudiar la viabilidad del proyecto este se puede definir como viable.

## **DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA**

- **ANEJO I: ENTORNO**
- **ANEJO II: ESTUDIO CLIMÁTICO**
- **ANEJO III: ESTUDIO EDÁFICO**
- **ANEJO IV: CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO**
- **ANEJO V: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**
- **ANEJO VI: FOTOGRAFÍAS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**
- **ANEJO VII: MATERIAL VEGETAL**
- **ANEJO VIII: DISEÑO Y REALIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN**
- **ANEJO IX: MANTENIMIENTO DEL SUELO**
- **ANEJO X: FERTILIZACIÓN**
- **ANEJO XI: DEFENSA FITOSANITARIA**
- **ANEJO XII: DISEÑO DEL RIEGO**
- **ANEJO XIII: NORMATIVA**
- **ANEJO XIV: FICHAS CATASTRALES**
- **ANEJO XV: CONSTRUCCIONES**
- **ANEJO XVI: ESTUDIO DE VIABILIDAD**
- **ANEJO XVII: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**
- **ANEJO XVIII: BIBLIOGRAFÍA**

## **DOCUMENTO Nº 2: PLANOS**

## **DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

## **DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES**

## **DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO**

# **DOCUMENTO N°1: MEMORIA**

## ÍNDICE

|        |                                                |    |
|--------|------------------------------------------------|----|
| 1.     | OBJETO DEL PROYECTO.....                       | 5  |
| 1.1.   | PROMOTOR Y PROYECTISTA.....                    | 5  |
| 1.2.   | NATURALEZA DEL PROYECTO.....                   | 6  |
| 1.3.   | SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....                 | 6  |
| 1.4.   | FINALIDAD DEL PROYECTO.....                    | 6  |
| 2.     | ANTECEDENTES.....                              | 7  |
| 2.1.   | MOTIVACIÓN.....                                | 7  |
| 2.2.   | BASE DEL PROYECTO.....                         | 7  |
| 2.3.   | PROMOTOR.....                                  | 7  |
| 2.3.1. | CONDICIONANTES.....                            | 7  |
| 2.4.   | CONDICIONANTES DEL EMPLAZAMIENTO.....          | 8  |
| 2.4.1. | CONDICIONANTES LEGALES.....                    | 8  |
| 2.4.2. | CONDICIONANTES DEL TERRENO.....                | 10 |
| 3.     | SITUACIÓN ACTUAL.....                          | 10 |
| 4.     | ESTUDIOS PREVIOS.....                          | 10 |
| 4.1.   | ESTUDIO CLIMÁTICO.....                         | 10 |
| 4.1.1. | DATOS METEOROLÓGICOS.....                      | 10 |
| 4.1.2. | TEMPERATURA.....                               | 11 |
| 4.1.3. | PRECIPITACIONES.....                           | 11 |
| 4.1.4. | HUMEDAD.....                                   | 12 |
| 4.1.5. | HELADAS.....                                   | 13 |
| 4.1.6. | INTEGRAL TÉRMICA O UNIDADES DE CALOR (UC)..... | 14 |
| 4.1.7. | VIENTO.....                                    | 14 |
| 4.1.8. | HORAS DE FRÍO.....                             | 15 |
| 4.2.   | ESTUDIO EDÁFICO.....                           | 15 |
| 4.3.   | ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO.....                | 16 |
| 5.     | ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....                   | 16 |
| 5.1.   | EMPLAZAMIENTO.....                             | 17 |
| 5.2.   | VARIETADES.....                                | 17 |
| 5.3.   | PLANTA INJERTADA O INJERTO EN CAMPO.....       | 17 |
| 5.4.   | DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PLANTACIÓN.....    | 18 |
| 5.5.   | MARCO DE PLANTACIÓN.....                       | 18 |

|        |                                                 |    |
|--------|-------------------------------------------------|----|
| 5.6.   | SISTEMA DE RIEGO.....                           | 18 |
| 5.7.   | MANTENIMIENTO DEL SUELO.....                    | 19 |
| 5.8.   | RECOLECCIÓN.....                                | 19 |
| 5.9.   | TRANSFORMACIÓN DEL PRODUCTO.....                | 19 |
| 5.10.  | CONEXIÓN A RED O GENERACIÓN POR RENOVABLES..... | 20 |
| 5.11.  | JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....      | 20 |
| 6.     | MATERIAL VEGETAL.....                           | 20 |
| 6.1.   | VARIEDADES.....                                 | 21 |
| 6.2.   | PORTAINJERTOS.....                              | 21 |
| 6.3.   | POLINIZACIÓN.....                               | 21 |
| 7.     | INGENIERÍA DEL PROYECTO.....                    | 22 |
| 7.1.   | PLANTACIÓN.....                                 | 22 |
| 7.1.1. | PREPARACIÓN DEL TERRENO.....                    | 22 |
| 7.1.2. | REPLANTEO DEL TERRENO.....                      | 22 |
| 7.1.3. | FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS.....                  | 22 |
| 7.1.4. | ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN.....           | 22 |
| 7.1.5. | CUIDADOS POSTPLANTACIÓN.....                    | 23 |
| 7.1.6. | REPOSICIÓN DE MARRAS.....                       | 23 |
| 7.2.   | INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO.....             | 23 |
| 7.2.1. | SECTORES DE RIEGO.....                          | 23 |
| 7.2.2. | DISEÑO.....                                     | 23 |
| 7.2.3. | EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN.....                   | 24 |
| 7.3.   | CONSTRUCCIONES.....                             | 24 |
| 7.3.1. | NAVE-ALMACÉN.....                               | 24 |
| 7.3.2. | CASETA DE RIEGO.....                            | 24 |
| 7.3.3. | VALLADO PERIMETRAL.....                         | 25 |
| 8.     | IMPLEMENTACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....  | 25 |
| 8.1.   | ILUMINACIÓN DE LA NAVE.....                     | 25 |
| 8.2.   | ALIMENTACIÓN DE LA BOMBA.....                   | 25 |
| 9.     | TEMPORALIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES.....         | 26 |
| 10.    | DESARROLLO DEL PROYECTO.....                    | 26 |
| 10.1.  | PODA.....                                       | 26 |
| 10.2.  | FERTIRRIGACIÓN.....                             | 26 |
| 10.3.  | DEFENSA FITOSANITARIA.....                      | 27 |
| 10.4.  | RIEGO.....                                      | 27 |
| 10.5.  | MANTENIMIENTO DEL SUELO.....                    | 27 |

|       |                             |    |
|-------|-----------------------------|----|
| 10.6. | RECOLECCIÓN.....            | 28 |
| 10.7. | PROCESADO DEL PRODUCTO..... | 28 |
| 11.   | PRESUPUESTO.....            | 28 |
| 12.   | ESTUDIO DE VIABILIDAD.....  | 29 |
| 12.1. | VIABILIDAD TÉCNICA.....     | 29 |
| 12.2. | VIABILIDAD LEGAL.....       | 29 |
| 12.3. | VIABILIDAD ECONÓMICA.....   | 29 |
| 13.   | BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA..... | 29 |



## **1. OBJETO DEL PROYECTO.**

El objetivo fundamental de este proyecto es la puesta en marcha de una explotación para la producción de pistachos sobre unos terrenos dedicados tradicionalmente al cultivo extensivo y en secano de cereales y leguminosas en el término municipal de Sigüenza (Guadalajara).

Con este cambio en la explotación se pretende poner en valor esas tierras, las cuales han quedado relegadas al cultivo extensivo en secano, así como obtener una rentabilidad mayor a partir de un cultivo que no está muy extendido en la provincia y mucho menos en la comarca.

Se trata de un cultivo altamente rústico y el cual es capaz de generar buenas producciones, por lo que se adaptará a las condiciones de la zona de implantación.

Con la introducción de este cultivo en una explotación típica cerealista se disminuye el riesgo de cara a la obtención de beneficios, ya que los ingresos vendrán dados por distintos productos.

### **1.1. PROMOTOR Y PROYECTISTA.**

#### **PROMOTOR:**

Nombre y apellidos: Daniel Muñoz Sopeña.

DNI: 03147891L

Domicilio: Urb. La Rosaleda Nº 6.

Localidad: Sigüenza.

Código postal: 19250

Provincia: Guadalajara.

#### **PROYECTISTA:**

Nombre y apellidos: Daniel Muñoz Sopeña.

DNI: 03147891L.

Colegiado Nº: 4423JPS

Domicilio: Urb. La Rosaleda Nº 6.

Localidad: Sigüenza.

Provincia: Guadalajara.

## **1.2. NATURALEZA DEL PROYECTO.**

El presente proyecto de explotación consiste en la planificación y diseño de una plantación de pistacheros, con el objetivo de la producción de frutos, en el municipio de Sigüenza. El proyecto cuenta con la novedad de la instalación de un sistema de riego por goteo a partir de energía solar fotovoltaica, a partir del agua procedente del sondeo existente en la parcela. Además, se llevará a cabo la construcción de una nave para el almacenamiento del fruto y la maquinaria, así como de una caseta de riego, donde se albergará los mandos para el control del sistema de riego.

## **1.3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.**

La zona de ubicación de la plantación se encuentra en los terrenos pertenecientes al municipio de Sigüenza, al norte de la provincia de Guadalajara. Concretamente se va a ubicar en el paraje conocido como "cerrada de las pozuelas". La situación de las parcelas se encuentra reflejada en el plano N°1: Situación; además en el Anejo I: Entorno, se aborda la caracterización de la zona, mientras que en el Anejo V: Estudio de alternativas, se expone la decisión de realizar la plantación sobre estos terrenos.

La superficie total de las parcelas es de 4,4ha, repartidas en 5 parcelas distintas y colindantes pertenecientes al promotor. Las parcelas son las siguientes:

- Parcela 669 del polígono 5.
- Parcela 670 del polígono 5.
- Parcela 671 del polígono 5.
- Parcela 672 del polígono 5.
- Parcela 673 del polígono 5.

Las coordenadas geográficas del emplazamiento del proyecto son las siguientes:

- Latitud: 41°3'57,79"N
- Longitud: 2°41'4,24"W

Se encuentra en el Huso UTM 30 con las siguientes coordenadas (X,Y):

- X: 536506.53
- Y: 4546137.62

Pese a ser cinco parcelas distintas, de cara a la realización del proyecto se va a trabajar como si se tratase de una única parcela. El acceso hasta la ubicación del proyecto se realiza circulando por la carretera CM-110 hasta el kilómetro 21, donde se toma un camino vecinal de 2,2km que transcurre hasta las parcelas objeto de la transformación.

## **1.4. FINALIDAD DEL PROYECTO.**

Con la redacción de este proyecto se comunica a la administración y a los órganos competentes las obras previstas y la transformación a realizar, solicitando de este mismo modo los permisos y licencias necesarios para iniciar los trabajos.

La intención de la puesta en marcha de este proyecto es la innovación en cuanto a especies y variedades vegetales, en este caso leñosas, ya que se trata de una zona de cultivo tradicional de cereales, leguminosas y recientemente oleaginosas en seco. Todo esto se encuentra bajo la premisa de obtener una mayor rentabilidad y generar un mayor beneficio en esos terrenos mediante la implantación de pistacheros.

## **2. ANTECEDENTES.**

### **2.1. MOTIVACIÓN.**

No existe una única motivación para la realización del proyecto, sino que son varias:

- Con el presente documento se pretende poner en valor la riqueza del mundo rural y las alternativas que este otorga, en este caso para albergar una pequeña plantación frutal y su primera transformación del fruto para la venta.
- Se quiere demostrar la viabilidad de un cultivo como este en la zona, el cual es poco conocido en la provincia de Guadalajara y especialmente en la comarca.
- La creciente demanda del fruto, así como la expansión del cultivo.
- La introducción del promotor en el cultivo de árboles frutales.
- Gran capacidad de adaptación y rusticidad de la especie, importante ante las perspectivas futuras de cambio climático y calentamiento global.

### **2.2. BASE DEL PROYECTO.**

La disponibilidad de tierras y maquinaria por parte del promotor son decisivas para la realización del proyecto. Además esta actividad es complementaria a la ocupación principal del promotor, lo que le hará obtener una gran rentabilidad, tal y como se muestra en el Anejo XVI: Estudio de viabilidad.

Con esta transformación de la tierra además se generará un beneficio medioambiental ya que se va a disminuir la erosión del terreno, y se va a poner en valor una tierra que desde el punto de vista del cultivo cerealista no aportaba gran rentabilidad.

### **2.3. PROMOTOR.**

El promotor, Daniel Muñoz Sopena, se encuentra relacionado con el sector primario y desea introducir un nuevo cultivo en la zona. Este cultivo, el pistachero, supone una innovación, al igual que las instalaciones propuestas dado que las energías renovables van a ser las que posibiliten el riego de la plantación y la iluminación de la nave.

Con este proyecto se pretende aumentar la rentabilidad y desarrollar una explotación complementaria a su actividad principal.

#### **2.3.1. CONDICIONANTES.**

El promotor establece una serie de condicionantes a la hora de la redacción del proyecto:

- Establecimiento del mismo sobre parcelas de su propiedad. Se estudian varios emplazamientos pero todos ellos de su propiedad, con el fin de no incrementar la inversión.

- Utilización de energías renovables. La decisión del promotor es desarrollar este proyecto de la forma más sostenible, considerando el proyectista que la energía solar fotovoltaica será la mejor tecnología de cara al uso previsto.
- Diseño de las construcciones. El promotor desea dos construcciones separadas entre sí y con el espacio suficiente para albergar posibles aumentos de la explotación.
- Minimizar los costes de cada una de las operaciones.
- Adaptación del marco de plantación a la maquinaria existente.
- Decisión única del pelado y posterior venta del fruto.
- Recolección manual del fruto, mediante vibradores de mochila. Disminuyendo el coste y el daño sobre el árbol.

Estos aspectos, entre otros, se encuentran estudiados en mayor detalle en el Anejo V: Estudio de alternativas.

## **2.4. CONDICIONANTES DEL EMPLAZAMIENTO.**

El emplazamiento elegido para la ubicación del proyecto requiere del cumplimiento de la normativa urbanística del municipio, concretamente de las Normas Subsidiarias de Planeamiento Urbanístico del Municipio. Por lo tanto, el cumplimiento de esta normativa será uno de los principales condicionantes.

### **2.4.1. CONDICIONANTES LEGALES.**

Para la realización del proyecto es necesario llevar a cabo tres actuaciones constructivas: el vallado perimetral, la construcción de la nave y de la caseta de riego. Todas estas actuaciones se encuentran recogidas en la normativa urbanística, por lo que condicionaran su diseño. la normativa urbanística del municipio se recoge en tres documentos:

- Orden 31/3 de 2003, por la que se aprueba la instrucción técnica de planeamiento sobre determinados requisitos sustantivos que deberán cumplir las obras, construcciones e instalaciones en suelo rústico. Además se contempla la modificación 1/2 de 2016, por la que se modifica la orden original.
- Decreto 242/2004 de 27 de julio por el que se aprueba el reglamento de suelo.
- Normas de ordenación subsidiaria de planeamiento, adaptación a la LOTAU y reglamento del suelo rústico del municipio de Sigüenza.

El desarrollo y caracterización de esta normativa se encuentra en el Anejo XIII: Normativa.

Los terrenos elegidos para la realización del proyecto se clasifican, según la normativa citada, como "suelo rústico de reserva". En él se podrán llevar a cabo una serie de actuaciones, a continuación se exponen en la tabla 1 las actuaciones a llevar a cabo y la aprobación de éstas por parte de la legislación.

**Tabla 1: Cumplimiento de la normativa local de las actuaciones previstas. Fuente: Elaboración propia.**

| <b>Actuación</b>   | <b>Superficie de actuación-proyecto</b>                                                                | <b>Superficie mínima necesaria</b> | <b>Superficie máxima de ocupación</b>                                   | <b>Norma</b>                                                                                           | <b>Cumple/ No cumple</b> |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Vallado perimetral | -Distancia eje camino >5m<br>-altura: 1,5m                                                             | No establecida                     | -d>5m eje camino.<br>-Altura máxima 1,5m.                               | Normas de ordenación subsidiaria de planeamiento y adaptación a la LOTAU y Reglamento de suelo rústico | CUMPLE                   |
| Nave               | -150m <sup>2</sup><br>-1 planta<br>-5,8m altura máxima<br>-Estética similar al entorno.                | Parcela 1ha                        | -10%<br>-Máximo 1 planta<br>-8,5m altura máxima<br>-Adecuada al entorno | Normas de ordenación subsidiaria de planeamiento y adaptación a la LOTAU y Reglamento de suelo rústico | CUMPLE                   |
| Caseta de riego    | -50m <sup>2</sup><br>-1 planta<br>3,65m altura máxima<br>-Estética similar al entorno.                 | Parcela 1ha                        | -10%<br>-Máximo 1 planta<br>-8,5m altura máxima<br>-Adecuada al entorno | Normas de ordenación subsidiaria de planeamiento y adaptación a la LOTAU y Reglamento de suelo rústico | CUMPLE                   |
| Plantación         | No existe regulación acerca del establecimiento de pequeñas plantaciones dado que no ocasiona impacto. |                                    |                                                                         |                                                                                                        |                          |

Todas estas normas se encuentran desarrolladas en el Anejo XIII: Normativa.

Además de la normativa urbanística, necesaria para la solicitud de las licencias, ha de cumplirse otra serie de normas. Por lo tanto este proyecto se redactará basándose en las siguientes normas:

- Código Técnico de la Edificación y sus instrucciones técnicas.
- Reglamento Electrotécnico para Tensión de España.
- Cumplimiento de las normas de aplicación y uso de fitosanitarios.
- Cumplimiento de las normas medioambientales de Castilla-La Mancha.

## **2.4.2.CONDICONANTES DEL TERRENO.**

El terreno presenta una pendiente media entre el 5 y 6%, por lo que no va a suponer ningún impedimento. Además, el suelo presenta unas características adecuadas para el desarrollo de la actividad así como para albergar las construcciones.

Además, una de las parcelas cuenta con un sondeo de 100m de profundidad el cual asegura un caudal suficiente para el riego de la totalidad de la plantación. Habiendo estudiado esta agua y resultando ser de buena calidad.

## **3. SITUACIÓN ACTUAL.**

Actualmente estos terrenos se encuentran en barbecho, siguiendo habitualmente una rotación de cultivos en la que se incluye además del barbecho, diferentes especies y variedades de cereales, leguminosas y oleaginosas.

La situación actual del emplazamiento se encuentra representada, mediante fotografías tomadas en el terreno, en el Anejo VI: Situación actual.

## **4. ESTUDIOS PREVIOS.**

A continuación se incluyen los estudios realizados previamente para establecer la posibilidad de desarrollar el proyecto en el emplazamiento deseado.

### **4.1. ESTUDIO CLIMÁTICO.**

El estudio climático se encuentra realizado minuciosamente en el Anejo II: Estudio climático.

#### **4.1.1.DATOS METEOROLÓGICOS.**

Para la realización del estudio climático se solicitó a la Agencia Estatal de Meteorología, AEMET, los datos de una serie de años del observatorio más próximo al emplazamiento del proyecto. Los datos facilitados y sobre los que se ha realizado dicho estudio provienen del observatorio ubicado a las afueras del municipio de Sigüenza:

- Latitud: 41°04´09"N
- Longitud: 2°38´21"O
- Altitud: 1004 metros sobre el nivel del mar.

Los datos facilitados han sido de la serie 2000-2014, aportando los datos referentes a:

- Humedad.
- Insolación.
- Precipitación.
- Temperatura.
- Viento.

Además de estos datos se han utilizado datos del Servicio Integral de Asesoramiento al Regante de Castilla-La Mancha (SIAR) cuyo punto de referencia más cercano es la localidad de Jadraque, a 28,25km en línea recta. Este servicio, el SIAR, es

dependiente de la consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Se ha clasificado el clima del lugar siguiendo varios criterios:

- Según la clasificación bioclimática UNESCO-FAO: se trata de un clima de invierno frío y xérico.
- Según la clasificación climática de Papadakis:
  - Invierno: “Avena fresco”
  - Verano: “triticum menos cálido”
  - Régimen térmico: “patagoniano”
  - Régimen húmedo: “estepario”

#### **4.1.2. TEMPERATURA.**

Los datos más relevantes obtenidos en el estudio climático en relación con la temperatura son, expresados en valores medios anuales:

- Temperatura media anual: 10,82°C.
- Temperatura máxima absoluta: 24,08°C.
- Temperatura mínima absoluta: -2,29°C.
- Temperatura máxima diaria: 18,19°C.
- Temperatura mínima diaria: 4,59°C.
- Temperatura mínima de las máximas: 10,15°C.
- Temperatura máxima de las mínimas: 9,79°C.

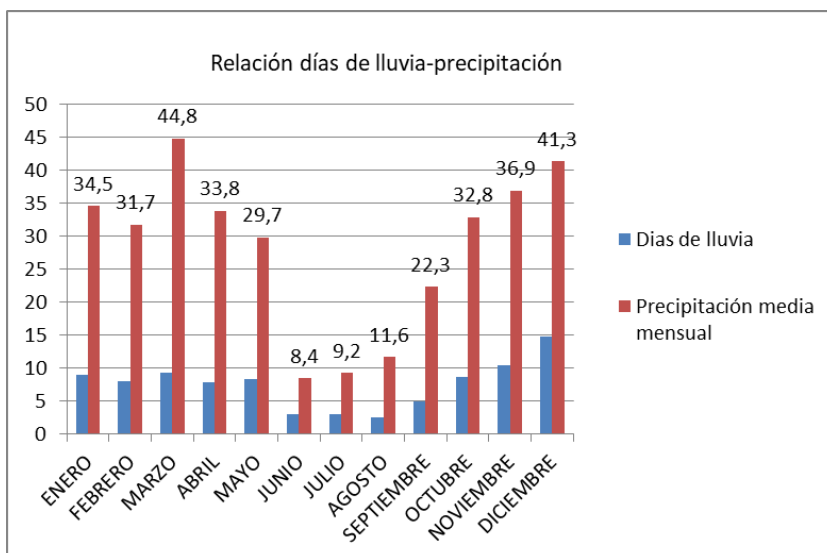
Además cabe destacar los siguientes datos: la temperatura media del mes más frío es la de enero, con 2,81°C; la temperatura media del mes más cálido es la de julio con 20,73°C. La temperatura media de los meses de marzo a septiembre, coincidiendo con el ciclo del cultivo, es superior a 8°C. La temperatura máxima absoluta anual se da en el mes de julio con 32,4°C, mientras que la temperatura mínima absoluta se registra en Enero con -10,19°C.

#### **4.1.3. PRECIPITACIONES.**

Los datos referentes a la precipitación son los siguientes:

- Precipitación total anual: 337,09mm.
- Precipitación media mensual: 28,09mm.
- Precipitación máxima diaria media mensual: 108,71mm.
- Número de días de lluvia: 89,44días.

Cabe destacar que la precipitación media durante los meses de abril a septiembre es de 19,2mm, coincidiendo con el periodo de máximas necesidades del cultivo, por lo que se hace necesario el apoyo del riego, tal y como se muestra a continuación.



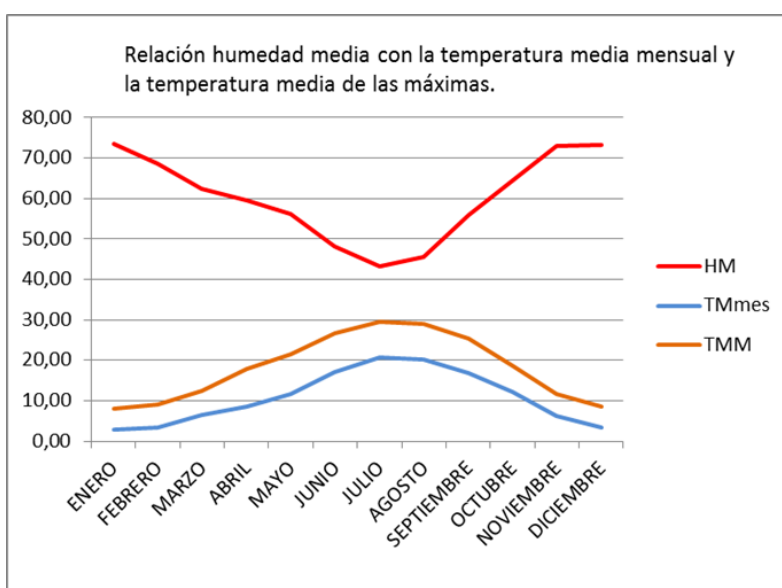
**Gráfico 1: Relación días de lluvia y precipitación media. Fuente: Elaboración propia.**

#### 4.1.4. HUMEDAD.

La humedad es un parámetro importante de cara al buen desarrollo del cultivo. La humedad evoluciona anualmente de forma inversa a la temperatura, obteniéndose los valores máximos en inviernos y los mínimos en verano.

- Humedad media máxima: 73,42% en el mes de enero.
- Humedad media mínima: 43,25% en el mes de julio.

Cabe destacar el valor de 95,22% registrado en el mes de diciembre y el valor de 14,25% registrado en agosto.



**Gráfico 2: Relación inversa entre la temperatura y la humedad. Fuente: Elaboración propia.**



#### 4.1.5.HELADAS.

Este fenómeno afecta negativamente al cultivo, especialmente si se trata de heladas tardías cuando los árboles se encuentran en flor. Las temperaturas mínimas durante el periodo de parada vegetativa del árbol no son perjudiciales, sin embargo es necesario caracterizar el periodo de heladas. En la tabla 3 del Anejo II: Estudio climático se encuentra representado el periodo libre de heladas, dado por las fechas de la primera y última helada.

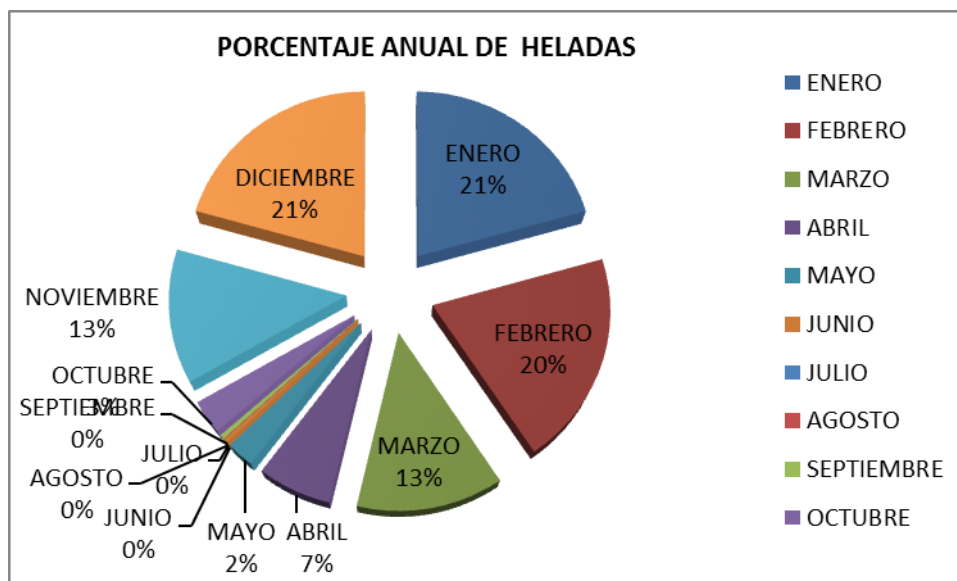
Pese a ello, el posible daño generado por una helada en este cultivo es menor que en otros frutales puesto que la variedad será tardía con lo que la floración se espera que se produzca alrededor del mes de mayo.

A continuación se exponen en la siguiente tabla el número de días de helada por meses:

**Tabla 2: Días de helada mensuales. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

| DÍAS DE HELADA( $T^a < 0^{\circ}C$ ) |       |
|--------------------------------------|-------|
| ENERO                                | 20,13 |
| FEBRERO                              | 19,50 |
| MARZO                                | 12,70 |
| ABRIL                                | 6,40  |
| MAYO                                 | 2,43  |
| JUNIO                                | 0,38  |
| JULIO                                | 0,00  |
| AGOSTO                               | 0,00  |
| SEPTIEMBRE                           | 0,38  |
| OCTUBRE                              | 3,11  |
| NOVIEMBRE                            | 12,33 |
| DICIEMBRE                            | 20,11 |
| Total                                | 97,46 |

Hay que tener especial precaución con las heladas tardías, especialmente en el mes de mayo y junio, por lo que se realiza un cálculo porcentual de estas, observando como únicamente el porcentaje de heladas tardías, en los meses de abril y mayo son del 7 y 2% respectivamente, mientras que en junio toma valores inferiores al 1%.



**Gráfico 3: Porcentaje anual de heladas. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos climáticos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

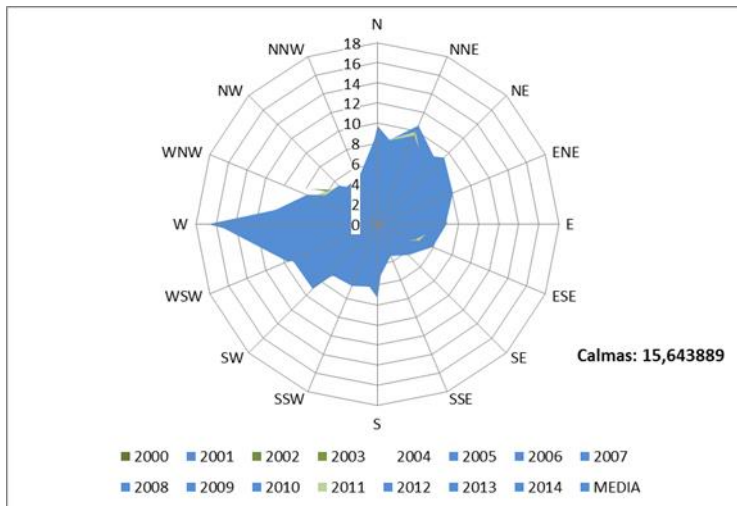
#### **4.1.6. INTEGRAL TÉRMICA O UNIDADES DE CALOR (UC).**

Este parámetro relaciona la duración del ciclo vital anual de los vegetales, en este caso de los pistacheros, con la tendencia de las temperaturas, aumentando estas últimas y haciendo que la planta evolucione más rápidamente por las distintas fases de su desarrollo.

Este parámetro será determinante para la elección de la variedad, tardía o temprana. Llevando a cabo los cálculos a partir de las temperaturas medias y máximas de los meses de desarrollo del cultivo se ha obtenido un valor de 3141,195UC.

#### **4.1.7. VIENTO.**

El viento es un factor muy importante para el desarrollo de la plantación y consecuentemente para la producción puesto que la polinización es anemófila. Por lo tanto se hace necesario el estudio de este y el conocimiento de la dirección predominante para la colocación de los ejemplares masculinos. La velocidad media anual oscila entre 8,6 y 12,27km/h, la dirección predominante es oeste-suroeste tal y como se expresa a continuación:



**Gráfico 4: Rosa de los vientos del emplazamiento. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

#### 4.1.8. HORAS DE FRÍO.

Los vegetales, y el pistachero en concreto, necesitan superar una serie de horas por debajo de 7°C para salir del reposo invernal y comenzar su desarrollo. En este caso y siguiendo el método de Weinberger se obtiene un valor superior a las 1300 horas de frío.

#### 4.2. ESTUDIO EDÁFICO.

Se realiza un análisis de suelo para establecer las características de este, tanto de fertilidad, estructura y textura.

Para ello se realiza un muestreo de todas las parcelas, cogiendo muestras al azar cada 50-100m a una profundidad de 0,2-0,3m y a aproximadamente 0,5m.

Una vez recogidas las muestras son analizadas en el laboratorio de edafología de la Escuela de Ingenierías de Soria, perteneciente a la Universidad de Valladolid. Los resultados obtenidos se encuentran recogidos a continuación, sin embargo, en el Anejo III: Estudio edáfico se encuentra el análisis completo.

**Tabla 3: Interpretación de los resultados del análisis edáfico. Fuente: Elaboración propia.**

| <b><u>Determinación</u></b><br><b><u>Análisis</u></b> | <b><u>Método</u></b> | <b><u>Suelo (0-30cm)</u></b> |                          |
|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------|
|                                                       |                      | <b><u>RESULTADO</u></b>      | <b><u>VALORACIÓN</u></b> |
| Arcilla (%)                                           | Método de la Pipeta  | 32,5                         | Franco-arcilloso         |
| Arena (%)                                             |                      | 35,5                         |                          |
| Limo (%)                                              |                      | 15,975                       |                          |
| pH (1:2,5 agua)                                       | pHmetro              | 7,83                         | Medianamente básico      |
| pH (1:2,5 KCl)                                        | pHmetro              | 7,3                          | Neutro                   |
| Conductividad(dS/m)                                   | Conductivímetro      | 1,21                         | No salino                |

|                                                |                                                              |         |                 |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------|-----------------|
| Carbonatos (%)                                 | Método Bernard                                               | 37,17   | alto            |
| Caliza activa (%)                              | Calcímetro Bernard                                           | 14,6    | alto            |
| Fósforo asimilable (ppm)                       | Método Olsen                                                 | 3,83    | Muy bajo        |
| Nitrógeno (%)                                  | Método Kjeldahl                                              | 0,244   | Alto            |
| Potasio (ppm)                                  | Método Mehlich 3                                             | 280     | Normal          |
| Relación C/N (%)                               |                                                              | 11,1-15 | Liberación de N |
| Materia orgánica (%)                           | Método Walkley y Black                                       | 6,53    | Muy alta        |
| Capacidad de cambio catiónico (meq/100g suelo) | Método de la disolución de cloruro de bario y trietanolamina | 17,121  | Normal          |
| Porosidad (%)                                  | densidades                                                   | 42,26%  | Apto            |

Tras realizar el análisis de suelo no se encuentra ninguna anomalía, por lo que el proyecto se puede llevar a cabo.

#### **4.3. ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO.**

En la parcela existe un sondeo de 100m de profundidad que asegura un caudal suficiente para el riego de la plantación. Se ha realizado un estudio de la calidad del agua de este sondeo obteniendo los siguientes resultados:

- pH: 7,4.
- Conductividad eléctrica: 1,34mmhos/cm.
- Valor normal de salinidad.
- Relación de adsorción de sodio: 1,33.
- Índice de Kelly: 63,06%.
- Grados franceses: 50,74 por lo que se trata de agua dura.

Estas características hacen del agua de riego apta para el riego de la plantación. El desarrollo del estudio del agua de riego se encuentra en el Anejo IV: Calidad del agua de riego.

#### **5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.**

Para conseguir la finalidad del proyecto se puede operar de diferentes maneras, por ello se establecen y estudian diferentes alternativas. El estudio minucioso de estas se encuentra en el Anejo V: Estudio de alternativas.

### **5.1. EMPLAZAMIENTO.**

Teniendo en cuenta los condicionantes impuestos por el promotor, se estudia la ubicación del proyecto en diferentes emplazamientos, teniendo en cuenta principalmente la pendiente, la orientación y situación del terreno, la superficie continua y la disponibilidad de agua. Considerando estas premisas y tal y como se muestra en dicho anejo se opta por la ubicación de la plantación en el paraje conocido como “Cerrada de las pozuelas”, donde:

- La pendiente es mínima.
- Existe un punto de abastecimiento de agua.
- Existe una orientación favorable de la plantación, evitando riesgos de heladas.

### **5.2. VARIEDADES.**

Puesto que se trata de una especie dioica es necesario introducir ejemplares masculinos y femeninos.

La elección de la variedad femenina viene dada por el periodo de floración, eligiendo una variedad femenina tardía para minimizar el riesgo de heladas primaverales al florecer en los últimos momentos del mes de abril.

Dentro de las variedades femeninas tardías se estudia la elección de la variedad Kerman y la variedad Kastel. Entre ambas, se toma la variedad Kerman como variedad femenina de la plantación por su tamaño, calidad y precio del fruto.

Dado que es necesario incluir un porcentaje de ejemplares masculinos o polinizadores, estos constituirán un 10% del total de ejemplares. La variedad principal de polinizadores el Peter, con un 8%, mientras que se incluirán en el porcentaje restante otras variedad más tardías como Guerrero y Chaparrillo, y una más temprana como es C-Especial. El hecho de combinar las variedades masculinas se basa en cubrir la totalidad del periodo de floración de los ejemplares femeninos, obteniendo de esta manera una mayor tasa de polinización.

### **5.3. PLANTA INJERTADA O INJERTO EN CAMPO.**

Se parte de la premisa de establecer un árbol con un pie o portainjertos de una variedad, mientras que el injerto sea de otra variedad; teniendo de esta manera una mayor resistencia y rusticidad. Por lo tanto se valora la opción de realizar el injerto en el campo o adquirir la planta injertada. Se va a realizar la plantación de planta injertada previamente en vivero por los siguientes motivos:

- Plantación más homogénea.
- Adelanto de un año con respecto al injerto en campo, por lo que se estima un adelanto en la producción de un año.
- Menores necesidades de mano de obra cualificada para la realización del injerto.
- Menores reposiciones de marras.
- Mayor sanidad vegetal.

Sin embargo este tipo de planta es más cara y además está vinculada con la disponibilidad de una gran partida de material vegetal homogéneo.

La elección del pie, patrón o portainjertos también se desarrolla en el Anejo V: Estudio de alternativas. Para ello se tiene en cuenta diferentes estudios, ensayos y publicaciones del Centro de Mejora Agraria “El Chaparrillo”, escogiendo finalmente como portainjertos *Pistacia Terebinthus*.

#### **5.4. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PLANTACIÓN.**

La plantación puede realizarse de diferentes maneras, una de ellas es la plantación de la totalidad de la superficie en un año, y otra es la plantación en dos años consecutivos.

En este caso se lleva a cabo la plantación en dos años consecutivos para disminuir el fenómeno de la vecería, por el cual los árboles tienen alternancia de productividad a lo largo de los años. Este fenómeno va disminuyendo a lo largo de los años, derivando en una producción más constante.

#### **5.5. MARCO DE PLANTACIÓN.**

El marco de plantación es la distancia que deben guardar entre sí los árboles una vez plantados y viene dado por la distancia existente entre las líneas de plantación o anchura de calle; y la distancia entre árboles de cada línea.

Pese a existir diferentes tipos de marco de plantación en este caso se va a optar por un marco de plantación rectangular de 7x5m. teniendo una anchura de calle de 7m y una separación entre árbol de la misma línea de plantación de 5m. Con este marco de plantación se obtiene una densidad de plantación de 285,7 árboles/hectárea.

La orientación de las líneas de plantación vendrá dada por la geometría y orientación de la parcela, es decir, las líneas de plantación se dispondrán lo más paralelas posibles a la longitud mayor de la parcela, obteniendo de esta manera una mayor optimización del espacio disponible. Pese a que la orientación ideal sería disponer las líneas de plantación en dirección norte-sur para incrementar la iluminación sobre los árboles, esa disposición dificultaría el manejo y no se optimizaría tanto el espacio. Por lo tanto la orientación de las líneas de plantación será sureste-noroeste. La disposición de las líneas de plantación queda representada en el Plano N°3: Distribución de parcela.

#### **5.6. SISTEMA DE RIEGO.**

Existen numerosos sistemas de riego para una plantación de árboles frutales, en este caso se opta por el sistema de riego por goteo por las siguientes razones:

- Mayor optimización y ahorro de agua.
- Facilidad de manejo.
- Menores necesidades de bombeo.
- Posibilidad de implementar sistema de fertirrigación.

Para el riego de la plantación se explotará el sondeo existente en el terreno, el cual pertenece al promotor. Este sondeo asegura un buen caudal, suficiente para el uso previsto, y una calidad del agua que lo hacen favorable para el riego, tal y como se aborda en el Anejo IV: Calidad del agua de riego.

La opción de tomar el agua de la red de abastecimiento local se desecha en primer momento al existir una distancia elevada. Por lo tanto se opta por la extracción del agua mediante una electrobomba alimentada por energía solar, lo que hace al sistema de riego por goteo todavía más eficiente. El cálculo de las necesidades hídricas del cultivo, así como el diseño del sistema de riego y la instalación fotovoltaica necesaria se encuentra en el Anejo XII: Diseño del riego.

### **5.7. MANTENIMIENTO DEL SUELO.**

El mantenimiento del suelo es un factor muy importante para el desarrollo de la plantación. Existen diferentes métodos o técnicas de conservación del suelo, que principalmente se basan en mantener el suelo limpio de vegetación o suelo desnudo, y otra de ellas que es mantener una cubierta vegetal. Ambas opciones reportan beneficios sobre el terreno, por lo que de cara a este proyecto se va a realizar una técnica mixta, combinando ambas.

Por lo tanto, se mantendrá una cubierta vegetal durante los meses de otoño, invierno e inicios de primavera; seguido de laboreo con cultivador durante la época estival. Mediante este sistema:

- Se disminuye la escorrentía superficial en los meses de altas precipitaciones.
- Se disminuye la compactación del terreno.
- Se disminuye la erosión del terreno.
- Minimización de productos químicos.
- Eliminación de la competitividad con la vegetación adventicia por los recursos en la época estival.
- Facilita el paso y trabajo de maquinaria.

Para llevar a cabo este sistema se empleará la maquinaria existente en la explotación, principalmente el tractor con un cultivador de 4m.

### **5.8. RECOLECCIÓN.**

La recolección del fruto es la labor que cierra el ciclo anual del cultivo del pistacho, puede realizarse de forma manual o mediante medios mecánicos. La recolección mecánica es recomendable para grandes extensiones de terreno, sin embargo en este caso se realiza una recolección manual mediante vibradores de mochila, recogiendo el fruto del suelo mediante mantas y transportando hasta el remolque. Este proceso, pese a estar menos mecanizado, ocasiona menos lesiones sobre el tronco del árbol, por lo que se evitan focos de entrada de patógenos. Además el coste de adquisición de un paraguas vibrador es muy elevado con respecto a un vibrador de mochila.

### **5.9. TRANSFORMACIÓN DEL PRODUCTO.**

El proceso de la transformación del producto por parte del propio productor busca aportarle un valor añadido a la hora de la venta. Este proceso completo es energéticamente y económicamente costoso para una explotación de aproximadamente 4ha. Por lo tanto en este proyecto, y tras comprobar el número de paneles fotovoltaicos necesarios para alimentar una línea de procesado de producto, además del coste de esta, se determina que únicamente se va a llevar a cabo una primera limpieza y pelado del fruto, para su posterior venta.

Para la amortización de una línea completa de procesado del producto sería necesario disponer de una mayor producción, la cual no está presente en la zona ni en los alrededores, y de una superficie sobre la que colocar la instalación fotovoltaica que abastezca los consumos dado que desde un primer momento se busca la generación por energías renovables.

Por lo tanto, para llevar a cabo únicamente el proceso de limpieza y pelado se va a adquirir una peladora y una aventadora, ambas movidas por la toma de fuerza del tractor, ya que sus horas de trabajo al año van a ser mínimas. Estas máquinas tendrán una potencia comprendida entre 750 y 1000W y unos rendimientos de 2500kg de producto procesado por hora.

## **5.10. CONEXIÓN A RED O GENERACIÓN POR RENOVABLES.**

La electricidad es necesaria para diferentes operaciones:

- Puesta en marcha del sistema de riego.
- Iluminación de la nave.
- Enganche de pequeña maquinaria para reparaciones.
- Cualquier otro uso.

Para ello se plantea la conexión a la red eléctrica, pero el desembolso económico haría que el proyecto no fuera rentable. Por ello se toma la decisión de realizar la generación eléctrica por renovables, en este caso por energía solar fotovoltaica en dos instalaciones diferentes: una de ellas para el equipo de riego y otra para la iluminación de la nave.

De esta manera, se aprovecha un recurso renovable como es el sol y se le da un carácter más beneficioso con el medioambiente al proyecto.

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

Las soluciones adoptadas ante las alternativas propuestas en los apartados anteriores se encuentran detalladas en el Anejo V: Estudio de alternativas, todas ellas han sido estudiadas y valoradas para tomar la decisión que lleve al proyecto a adquirir una mayor rentabilidad y a fomentar el desarrollo de las energías renovables.

## **6. MATERIAL VEGETAL.**

La clasificación botánica del material vegetal a emplear para la plantación, en este caso pistachero, es la siguiente:

Reino: ***Plantae***.

Orden: ***Sapindales***

Subreino: ***Tracheobionta***

Familia: ***Anacardiaceae***



División: ***Magnoliophyta***

Género: ***Pistacia***

Clase: ***Magnoliopsida***

Especie: ***Pistacia vera L.***

Subclase: ***Rosidae***

Se trata de un material vegetal bastante rústico y con pocas necesidades, el cual a priori tendrá una buena adaptación al terreno del emplazamiento del proyecto. Estos aspectos, entre otros, se exponen en profundidad en el Anejo VII: Material vegetal.

### **6.1. VARIEDADES.**

Se trata de una especie dioica, por lo que es necesaria la implantación de árboles femeninos y árboles masculinos o polinizadores.

Los árboles femeninos serán de la variedad Kerman puesto que, estudiando las publicaciones realizadas por el Centro de Mejora Agraria “El Chaparrillo”, en colaboración con la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha se ha considerado como la mejor opción por desarrollo, porte y características del fruto.

En cuanto a las variedades masculinas o polinizadoras, siguiendo igualmente los estudios realizados en “El Chaparrillo”, se opta por la plantación de diferentes variedades de polinizadores. Se dispondrá de un 8% de la variedad principal Peter, mientras que el 2% restante será de las variedades Guerrero, Chaparrillo y C-Especial.

El hecho de introducir diferentes variedades masculinas se debe al deseo de cubrir la totalidad del periodo de floración femenino, al disponer de polinizadores más tardíos y tempranos se asegura una polinización óptima.

### **6.2. PORTAINJERTOS.**

Tal y como se expone en el Anejo V: Estudio de alternativas, se va a disponer del material vegetal en forma de planta injertada en vivero.

El pie o portainjertos sobre el que se va a desarrollar la variedad principal es *Pistacia Terebinthus*, conocido como terebinto o cornicabra. Para la elección de este portainjertos se ha hecho hincapié a los estudios e informes publicados por el Centro de Mejora Agraria “El Chaparrillo”.

### **6.3. POLINIZACIÓN.**

Tal y como se ha comentado anteriormente, se trata de una especie dioica, es decir existen flores masculinas y femeninas en pies distintos. Por lo tanto se incluirá un ejemplar masculino cada 10 árboles, pudiéndose estos reinjertarse como variedad femenina a los 15 años, conservando únicamente un 2% de ejemplares masculinos.

La polinización es anemófila, por lo que se ha realizado previamente un estudio del viento para determinar la situación de los ejemplares masculinos.

## **7. INGENIERÍA DEL PROYECTO.**

### **7.1. PLANTACIÓN.**

Tal y como se aborda en el Anejo VIII: Diseño y realización de la plantación se va a optar por un marco de plantación rectangular del tipo 7x5m. con una distancia o anchura de calles de 7m y una separación entre árboles de la misma línea de 5m. Este marco de plantación define una densidad de plantación de 285,7árboles/ha. Además, las dimensiones de este marco de plantación y la superficie total hacen desestimar la opción de realizar calles de servicio.

La orientación de las líneas de plantación viene dada por la longitud mayor de la parcela, siendo de esta manera óptimo de cara a la polinización ya que coincide la orientación suroeste-noreste de la parcela con la predominancia de los vientos.

#### **7.1.1.PREPARACIÓN DEL TERRENO.**

Para la preparación del terreno primeramente se llevaran a cabo dos pases cruzados de subsolador por la totalidad de la parcela, con una profundidad de trabajo aproximada de 70cm. Tras esto, se realizará una labor complementaria de pase cruzado de cultivador a una profundidad aproximada de 20cm. Ambos equipos se encuentran en propiedad del promotor.

El subsolado se realizará a finales del verano, mientras que la labor de cultivador se hará durante el otoño. En el caso de producirse un afloramiento destacable de piedras se realizaría un despedregado mecánico.

#### **7.1.2.REPLANTEO DEL TERRENO.**

Puesto que la plantación se realizará con una plantadora y con un tractor equipado con GPS y autoguiado, únicamente es necesario el marcado de la primera línea de plantación.

Para establecer la primera línea de plantación de toma una línea lo más paralela posible a la longitud mayor de la parcela en la zona inferior, quedando determinadas el resto de líneas en función de esta.

#### **7.1.3.FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS.**

No se precisa de su realización puesto que en estudio edáfico (ver Anejo III) el terreno posee la fertilidad necesaria. Esto es debido a que previamente se realizó una enmienda orgánica sobre el terreno.

#### **7.1.4.ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN.**

Una vez establecido el diseño de la plantación y configurada la primera línea de plantación se procede al establecimiento de esta. La plantación se realizará fuera de momentos de fuertes heladas, por lo que se opta por realizarla a finales del mes de febrero siempre y cuando la climatología permita el paso de maquinaria por el terreno.

### **7.1.5. CUIDADOS POSTPLANTACIÓN.**

Tras la implantación en el terreno se aportara un riego siempre y cuando no se produzcan precipitaciones, además se le colocara a cada árbol y un protector frente a roedores y un tutor.

### **7.1.6. REPOSICIÓN DE MARRAS.**

La reposición de marras se realizará manualmente y siempre y cuando sea necesario, se prevé realizarla durante los meses invernales posteriores a la plantación. Se estima una reposición de marras del 10%.

## **7.2. INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO.**

El hecho de disponer de un punto de agua en una de las parcelas y el estudio de la pluviometría y necesidades hídricas del cultivo hace que la instalación de riego repercuta positivamente en la plantación.

Se va a optar por un sistema de riego por goteo ya que es uno de los sistemas más eficientes.

En el Anejo XII: Diseño del riego se encuentra toda la información pertinente sobre el sistema de riego, además del cálculo de las necesidades hídricas del cultivo.

### **7.2.1. SECTORES DE RIEGO.**

Se va a proceder a la división de la plantación en dos sectores de riego lo más equitativos posibles, teniendo el sector 1 un total de 539 árboles en 8 líneas de plantación, y el sector 2 537 árboles sobre 10 líneas de plantación. La división de los sectores de riego se indica en el Plano N°12: Sectores de riego.

### **7.2.2. DISEÑO.**

En el anejo XII se encuentran todos los cálculos necesarios para obtener el diámetro de tubería necesario así como la pérdida de carga generada por cada uno de los tramos, de esta manera los diámetros y materiales de cada tubería son los siguientes:

**Tabla 4: Diámetros y materiales de las tuberías. Fuente: Elaboración propia.**

| <b>Tramo</b>          | <b>Ø (mm)</b> | <b>Material</b>              |
|-----------------------|---------------|------------------------------|
| Tubería portagoteros  | 32,25,20,16   | Polietileno de baja densidad |
| Tubería Secundaria    | 50            | Polietileno de baja densidad |
| Tubería principal     | 50            | Polietileno de baja densidad |
| Tubería de aspiración | 50            | Policloruro de vinilo        |

El diseño y dimensionamiento se ha llevado a cabo de manera que se optimice el rendimiento de la instalación, disminuyendo lo máximo posible la pérdida de carga sin encarecer el presupuesto.

Cada árbol dispondrá de 4 goteros autocompensantes de 4l/h de caudal, con una separación entre emisores de 1m. Las tuberías portagoteros discurrirán junto a los pies de los árboles.

Para abastecer a la instalación se instala una bomba eléctrica trifásica de 5500W de potencia, la cual será abastecida por la instalación fotovoltaica. Además, para una mayor comodidad se va a instalar un equipo de automatización del riego.

### **7.2.3. EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN.**

Para realizar la fertilización del cultivo se instalará un equipo de fertirrigación en la caseta de riego. Este equipo estará compuesto por tres tanques de poliéster de 60l para los nutrientes principales, NPK, de los cuales será extraído la solución mediante un inyector del tipo venturi, tal y como se muestra en el Anejo XII: Diseño del riego.

### **7.3. CONSTRUCCIONES.**

Para la puesta en marcha de la explotación se precisan de dos construcciones separadas entre sí. Todas las construcciones se realizan teniendo en cuenta la legislación municipal en concepto de urbanismo, incluida en el Anejo XIII: Normativa, y de todo lo referente a ellas existente en el Código Técnico de la Edificación y el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

#### **7.3.1. NAVE-ALMACÉN.**

Se llevará a cabo la construcción de una nave para el almacenamiento del producto una vez recolectado, la maquinaria y los aperos de la explotación. Esta nave se va a ubicar en la zona noreste de la parcela, tal y como se representa en el Plano N°3: Distribución de parcelas, accediendo a ella desde el acceso previsto a la explotación.

La superficie de la nave, una vez estimada la ocupación, será de 150m<sup>2</sup>, destinando 28m<sup>2</sup> al almacenamiento de los pistachos. La nave estará compuesta por una estructura metálica ubicada sobre unas zapatas de hormigón armado; el cerramiento lateral se hará mediante placas alveolares de hormigón prefabricado y la cubierta será a dos aguas de paneles sándwich, sobre los que se dispondrán los módulos fotovoltaicos de la instalación solar de iluminación. Además, constará de una instalación eléctrica compuesta por 6 proyectores led de 100W y 2 tomas de corriente; y una instalación de saneamiento para la evacuación del agua pluvial. El acceso a la nave se hará mediante una puerta de 5x4m colocada en la fachada sur. Los detalles y cálculos para la construcción de la nave se encuentran en el Anejo XV: Construcciones.

#### **7.3.2. CASETA DE RIEGO.**

La caseta de riego albergará el almacén de fitosanitarios, cuyo diseño constructivo viene dado por el Real Decreto 1311/2012; además de todo el equipo de control del riego y la fertirrigación.

La caseta de riego tiene una superficie de 50m<sup>2</sup> y está construida sobre una losa de hormigón armado. El cerramiento lateral de esta es de bloques de hormigón prefabricado, que posteriormente serán revocados; la cubierta será a dos aguas y de paneles sándwich. El acceso a esta construcción se hará por una puerta de 2,5x2m.

Sobre la cubierta de la caseta de riego se ubicarán los paneles fotovoltaicos correspondientes a la instalación solar para el riego.

### **7.3.3. VALLADO PERIMETRAL.**

El vallado perimetral de la parcela se realizará con malla cinética de 1,5m de altura alrededor de todo el contorno de la parcela. Se destinará una puerta de acceso de 4m en la zona noreste tal y como puede observarse en el plano N°3: Distribución de parcelas.

Los postes, al igual que la malla, serán de acero galvanizado, ubicándose linealmente cada 3 metros y colocando cada 10 postes uno reforzado con dos tornapuntas. En las esquinas y cambios de orientación de la parcela se colocara un poste tal y como el de refuerzo.

Puesto que se ubica en el medio natural se establecen pequeños pasos para la fauna silvestre, de manera que esta actuación no cree una barrera en el hábitat de estos.

## **8. IMPLEMENTACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.**

No se realiza una conexión a la red eléctrica pública, tal y como se indica en el Anejo V: Estudio de alternativas, por lo que se realiza la producción de energía mediante energías renovables.

Se va a llevar a cabo una instalación solar fotovoltaica para la iluminación de la nave y otra para la alimentación del equipo de riego, ambas constarán de una serie de paneles fotovoltaicos, un inversor regulador-cargador y unos dispositivos de almacenamiento, tal y como se detalla a continuación.

### **8.1. ILUMINACIÓN DE LA NAVE.**

Para la iluminación de la nave las necesidades de potencia no son elevadas por lo que se van a instalar 5 paneles fotovoltaicos de 200W en serie, confiriendo una potencia de 1000W, la cual se estima suficiente para el uso previsto. Además de los paneles, se instalará un inversor regulador-cargador y para cubrir posibles periodos de generación mínima o mantenimiento se colocarán dos acumuladores de 86Ah. Los cálculos y el diseño de esta instalación se encuentran en el Anejo XIII: Construcciones.

### **8.2. ALIMENTACIÓN DE LA BOMBA.**

Para la alimentación de la bomba se instalaran 18 paneles policristalinos de 330W y 24V formando una conexión mixta de 3 paralelos de 6 paneles en serie cada uno, generando una potencia 5940W. Esta instalación será trifásica, al igual que la bomba, y se alojará sobre la cubierta de la caseta de riego, disponiendo del inversor regulador-cargador en el interior de esta. La instalación se complementa con dos baterías de 24Ah. El diseño de esta instalación se desarrolla en el Anejo XII: diseño del riego; mientras que la distribución de los paneles sobre la cubierta se representa en el plano N° 15: Instalación fotovoltaica para el riego.

## 9. TEMPORALIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES.

La temporalización de las actuaciones se representa en el siguiente diagrama de Gantt:

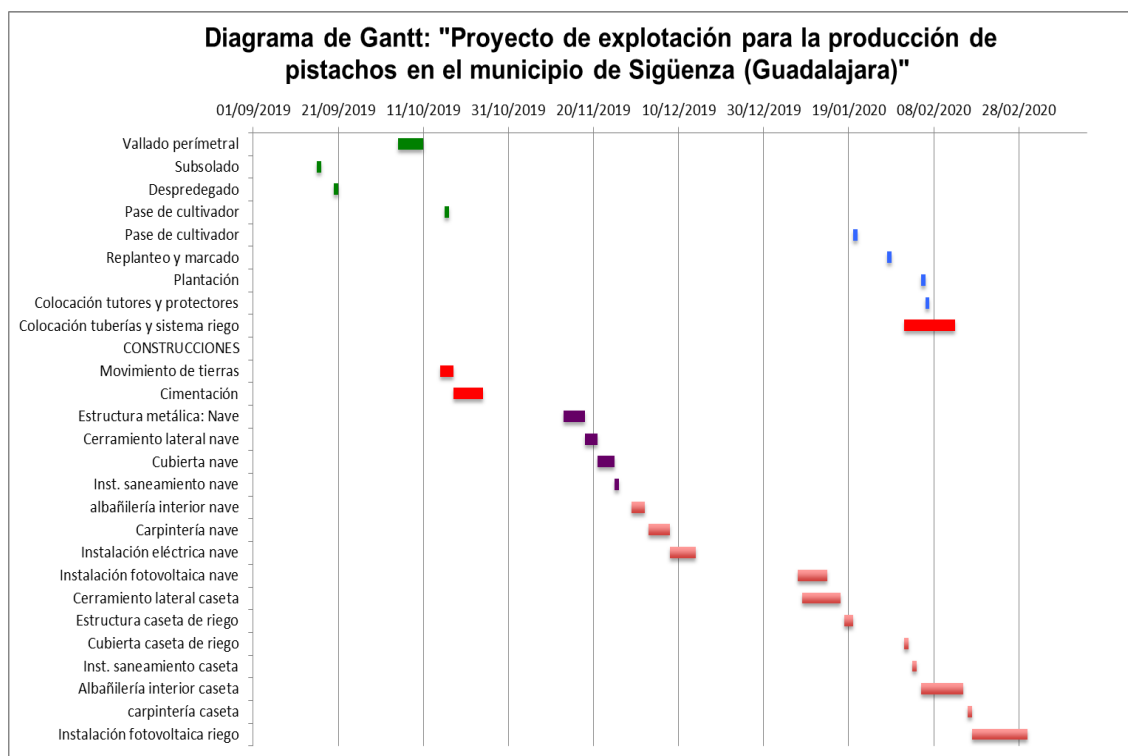


Gráfico 5: Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia.

## 10. DESARROLLO DEL PROYECTO.

### 10.1. PODA.

La poda es una labor cultural que se realizará cada año con diferentes objetivos en función de la edad del vegetal, pero siempre buscando maximizar la producción, disminuir el riesgo de plagas y enfermedades o conservar y prolongar la vida útil de los árboles. Este tema se desarrolla en profundidad en el Anejo VII: Material vegetal.

Existen diferentes tipos de poda:

- Poda de formación: Llevada a cabo durante los seis primeros años, con el objetivo de conferir la forma adecuada a los árboles.
- Poda de producción: Se lleva a cabo a partir del sexto año, con el objetivo de mejorar e incrementar la producción.
- Poda de rejuvenecimiento: El objetivo de esta poda es regenerar el árbol.

### 10.2. FERTIRRIGACIÓN.

El tipo de fertilización empleada es la fertirrigación, principalmente porque se desea una aplicación localizada de los nutrientes, mejorando y optimizando de esta manera la plantación.

Para este uso se utilizará el inyector venturi instalado en la caseta de riego, distribuyendo los nutrientes por la red de riego.

Se aplicarán principalmente estos productos:

- Nitrógeno: realizando un aporte en primavera y otro a comienzos del verano en forma de nitrato amónico.
- Fósforo: realizando un único aporte en abril en forma de fosfato monoamónico.
- Potasio: realizando un aporte en mayo, junio y julio en forma de sulfato potásico.
- Otros nutrientes: se realizará el aporte de otros nutrientes en el caso de detectar alguna carencia.

El cálculo de la dosis de fertilización, así como otros aspectos relacionados se encuentran en el Anejo X: Fertilización.

### **10.3. DEFENSA FITOSANITARIA.**

No se realizarán tratamientos continuos puesto que el pistachero es bastante rústico, pese a ello en el Anejo XI: Defensa fitosanitaria se exponen las principales plagas y enfermedades, así como su tratamiento y momento de aplicación.

Todos los fitosanitarios a utilizar estarán autorizados y registrados por el Ministerio de Agricultura; además se llevará a cabo una limpieza de maquinaria y aperos tras su uso para evitar posibles transmisiones de plagas y enfermedades.

### **10.4. RIEGO**

El riego se realizará por goteo siguiendo la técnica del Riego Deficitario Controlado (RDC) por el cual se disminuye la cantidad de agua aplicada, sin derivar esta operación en una disminución de la producción. En este caso no se disminuirá la dosis de agua aplicada, sino que se alternarán los días de riego, facilitando de esta manera el manejo del sistema.

Todo el diseño agronómico se encuentra en el Anejo XII: Diseño del riego.

### **10.5. MANTENIMIENTO DEL SUELO.**

Tal y como se expone en el estudio de alternativas, se va a llevar a cabo una técnica mixta de mantenimiento del suelo por la cual se mantendrá una cubierta vegetal durante los meses de invierno, favoreciendo la acumulación de agua y evitando fenómenos de erosión y arrastre de partículas; mientras que durante la época estival se mantendrá el terreno limpio de vegetación mediante laboreo. Cabe destacar que en los primeros años de establecimiento de la plantación se realizará un laboreo continuo para favorecer el arraigo de los vegetales.

Estas técnicas se desarrollan en el Anejo IX: Mantenimiento del suelo.

## 10.6. RECOLECCIÓN.

La recolección se realizará manualmente mediante vibradores de mochila a gasolina. Se descarta la opción de la adquisición de un vibrador de paraguas por el daño generado al árbol y por el alto coste de adquisición para una explotación pequeña.

## 10.7. PROCESADO DEL PRODUCTO.

El procesado del producto se realizará en el interior de la nave en los momentos posteriores a la recolección y transporte del producto. Primeramente se realizará una limpia del fruto con la aventadora y posteriormente un pelado de éste con la peladora.

Ambas operaciones se realizarán con la maquinaria impulsada por la toma de fuerza del tractor, y el fruto una vez pelado se depositará en la zona delimitado para ello con los separadores portátiles, hasta su posterior venta.

## 11. PRESUPUESTO.

El resumen del presupuesto es el siguiente:

**Ilustración 1: Resumen general del presupuesto. Fuente: Elaboración propia.**

### RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

| Código | Capítulo                                           | Total €           |
|--------|----------------------------------------------------|-------------------|
| C01    | UD CONSTRUCTIVA: NAVE                              | 29.149,47         |
|        | C01.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA         | 1.672,59          |
|        | C01.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS            | 538,79            |
|        | C01.9 CAPÍTULO 9: INSTALACIÓN ELÉCTRICA            | 1.588,58          |
|        | C01.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA                      | 2.176,36          |
|        | C01.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEAMIE          | 885,64            |
|        | C01.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA                         | 6.301,91          |
|        | C01.4 CAPÍTULO 4: PARTICIONES                      | 2.216,44          |
|        | C01.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA METÁLICA              | 8.680,38          |
|        | C01.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIGONA          | 5.088,78          |
| C02    | UD CONSTRUCTIVA: CASETA DE RIEGO                   | 8.072,79          |
|        | C02.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA        | 16,17             |
|        | C02.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIGONA          | 1.190,00          |
|        | C02.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA                       | 83,65             |
|        | C02.4 CAPÍTULO 4: ALBAÑILERÍA Y PARTICIONES        | 3.132,66          |
|        | C02.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA                         | 2.096,68          |
|        | C02.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEAMIE          | 582,00            |
|        | C02.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS            | 71,26             |
|        | C02.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA                      | 900,37            |
| C03    | UD CONSTRUCTIVA: VALLADO PERIMETRAL                | 6.800,79          |
|        | C03.1 CAPÍTULO 1: CERRAMIENTO                      | 6.800,79          |
| C04    | UD CONSTRUCTIVA: PLANTACIÓN                        | 52.510,52         |
|        | C04.1 CAPÍTULO 1: PREPARACIÓN DEL TERRENO          | 2.280,48          |
|        | C04.2 CAPÍTULO 2: REPLANTEO                        | 57,00             |
|        | C04.3 CAPÍTULO 3: PLANTACIÓN                       | 13.373,04         |
|        | C04.4 CAPÍTULO 4: LABORES POSTPLANTACIÓN           | 36.800,00         |
| C05    | UD CONSTRUCTIVA: INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO    | 27.832,43         |
|        | C05.2 CAPÍTULO 2: PIEZAS ESPECIALES                | 672,12            |
|        | C05.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA         | 5.389,02          |
|        | C05.5 CAPÍTULO 5: EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN         | 549,96            |
|        | C05.3 CAPÍTULO 3: EQUIPO DE BOMBEO Y FILTR.        | 1.116,25          |
|        | C05.1 CAPÍTULO 1: TUBERÍAS.                        | 19.945,49         |
|        | C05.4 CAPÍTULO 4: AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO         | 159,59            |
| C06    | COMPRA DE EQUIPOS                                  | 2.281,71          |
|        | C06.1 AVENTADORA                                   | 490,52            |
|        | C06.2 PELADORA                                     | 648,20            |
|        | C06.3 TIJERAS PODA                                 | 359,12            |
|        | C07.4 VIBRADOR                                     | 783,87            |
| C07    | SEGURIDAD Y SALUD                                  | 801,21            |
|        | <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL . . . . .</b> | <b>127.448,92</b> |
|        | 13 % Gastos Generales . . . . .                    | 16.568,36         |
|        | 6 % Beneficio Industrial . . . . .                 | 7.646,94          |
|        | Suma . . . . .                                     | 151.664,22        |
|        | 21 % I.V.A. de Contrata . . . . .                  | 31.849,49         |
|        | <b>PRESUPUESTO DE CONTRATA . . . . .</b>           | <b>183.513,71</b> |



Tal y como se muestra, el presupuesto de ejecución de la obra, incluyéndose el IVA, el beneficio industrial y los gastos generales asciende a CIENTO OCHENTA Y TRES MIL QUINIENTOS TRECE CON SETENTA Y UN EUROS (183513,71€).

## **12. ESTUDIO DE VIABILIDAD.**

La viabilidad del proyecto viene dada por la viabilidad técnica, la viabilidad legal y la viabilidad económica, tal y como se desarrolla en el Anejo XVI: Estudio de viabilidad.

### **12.1. VIABILIDAD TÉCNICA.**

La viabilidad técnica del proyecto viene marcada por la esperada adaptabilidad del cultivo al terreno y a las técnicas de cultivo, las instalaciones previstas y las construcciones a realizar. Por todo ello el proyecto será técnicamente viable.

### **12.2. VIABILIDAD LEGAL.**

La redacción del proyecto se ha llevado a cabo conforme a la normativa vigente por lo que será legal, además no se contempla ninguna actividad que pueda ser considerada ilegal. De esta forma el proyecto será legalmente viable.

### **12.3. VIABILIDAD ECONÓMICA.**

La viabilidad económica de este proyecto vendrá dada por la rentabilidad que genere durante los 40 años de vida útil. Para ello se llevará a cabo una estimación de la inversión inicial así como el cálculo del VAN, el TIR y el Pay-back.

Se genera una inversión inicial de 183531,71 euros, pero al tratarse del promotor una persona joven recibe una ayuda de 45000 euros al incorporarse a la actividad agraria y 15000 por los fondos de desarrollo rural, al realizarse sobre una zona rural. Con estos valores y a partir de los flujos de caja anuales considerando una tasa de retorno del 6% se obtiene un valor del VAN de 164706,67 euros. El valor de TIR esperado es del 15%. Además, el Pay-back o plazo de recuperación de la inversión es de 9 años, recuperándose la inversión durante el noveno año.

De esta manera el proyecto es económicamente viable, y se espera que genere una buena rentabilidad.

## **13. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA.**

La bibliografía utilizada para la redacción del proyecto se encuentra en el Anejo XVIII: Bibliografía.

# **ANEJOS A LA MEMORIA**

# **ANEJO I: ENTORNO**

## **ÍNDICE**

|                                                 |   |
|-------------------------------------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN: LOCALIZACIÓN Y ENTORNO. ....   | 3 |
| 2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE SIGÜENZA. ....       | 3 |
| 2.1. VÍAS DE COMUNICACIÓN. ....                 | 5 |
| 3. EL SECTOR AGRARIO EN LA COMARCA. ....        | 5 |
| 4. UBICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO. .... | 9 |

## **1. INTRODUCCIÓN: LOCALIZACIÓN Y ENTORNO.**

Dentro de este anejo se van a describir las características que definen la zona en la que se plantea el proyecto. La zona sobre la que se llevará a cabo el estudio es la del municipio de Sigüenza, perteneciente a la provincia de Guadalajara.

El promotor será decisivo para la elección del terreno sobre el que se realizará el proyecto, por lo que se valorarán en el estudio de alternativas varias zonas distintas propuestas por el promotor.

## **2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE SIGÜENZA.**

Sigüenza se encuentra en la provincia de Guadalajara, perteneciente a la Comunidad de Castilla-la Mancha. Este municipio se encuentra en el norte de la provincia, siendo el núcleo de mayor población de la comarca de “la Serranía”. Se encuentra próxima a la zona de entronque de dos sistemas montañosos: el Sistema Central y el Sistema Ibérico, lo que se conoce como Sierra Ministra. La comarca conocida como la serranía linda con “La Campiña” y “La Alcarria” al Suroeste y Sur respectivamente. Estas dos zonas se corresponden con una orografía muy diferente a la de “La Serranía” y más concretamente a la zona de Sigüenza. La Campiña se beneficia del Río Henares para el riego de sus cultivos a lo largo de la “Vega del Henares”, dicho río nace en una pedanía seguntina, Horna.

Al norte linda con la provincia de Soria; al Noreste con la provincia de Zaragoza; al Noroeste con la provincia de Segovia; al Oeste y Suroeste con Madrid; al Sur y Sureste con la provincia de Cuenca y al Este y Noreste con la provincia de Teruel.

El municipio de Sigüenza cuenta con una superficie de 386.87km<sup>2</sup> repartidos entre los 29 núcleos de población que lo conforman. Según el Padrón Municipal en 2017 había censados 4496 habitantes, determinando por tanto 11.62hab/km<sup>2</sup>. Estos datos se encuentran ilustrados en la ilustración 1, en la que se muestra a modo de resumen la población, superficie y densidad de población de cada uno de los municipios de la comarca.

**Ilustración 1: Datos demográficos de los municipios de la comarca de la Sierra. Fuente 1: Caracterización de las comarcas agrarias de España: Tomo 21: Provincia de Guadalajara. Instituto Nacional de Estadística (INE) 2007.**

| Municipio               | Población (hab.) | Superficie (km <sup>2</sup> ) | Densidad (hab./km <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Santiuste               | 27               | 10,53                         | 2,56                             |
| Saúca                   | 59               | 48,96                         | 1,21                             |
| Sienes                  | 83               | 29,5                          | 2,81                             |
| Sigüenza                | 5.013            | 386,87                        | 12,96                            |
| Somolinos               | 45               | 14,79                         | 3,04                             |
| Tamajón                 | 196              | 116,28                        | 1,69                             |
| Toba (La)               | 118              | 36,6                          | 3,22                             |
| Tordelrábano            | 10               | 11,62                         | 0,86                             |
| Torremocha de Jadraque  | 25               | 11,17                         | 2,24                             |
| Tortuero                | 24               | 46,86                         | 0,51                             |
| Ujados                  | 33               | 11,84                         | 2,79                             |
| Valdelcubo              | 68               | 13,83                         | 4,92                             |
| Valdepeñas de la Sierra | 201              | 70,05                         | 2,87                             |
| Valdesotos              | 28               | 27,3                          | 1,03                             |
| Valverde de los Arroyos | 103              | 45,21                         | 2,28                             |
| Viana de Jadraque       | 36               | 24,41                         | 1,47                             |
| Villares de Jadraque    | 76               | 17,2                          | 4,42                             |
| Zarzuela de Jadraque    | 49               | 32,04                         | 1,53                             |
| Semillas                | 49               | 49,91                         | 0,98                             |
| <b>Total Comarca</b>    | <b>10.973</b>    | <b>2.908,85</b>               | <b>3,77</b>                      |

El municipio de Sigüenza linda al Noroeste con los municipios de Atienza, Cincovillas, Tordelrábano y Alcolea de las Peñas; al Norte con Paredes de Sigüenza, Valdelcubo y Sienes; al Noroeste con Medinaceli y Miño de Medinaceli; al Este con Alcolea del Pinar y Estrégana; al Sureste con Saúca; al Sur con Torremocha del Campo y Algora; al Suroeste con Baides y Viana de Jadraque; y al Oeste con La Olmeda de Jadraque, Riofrío del Llano, Santiuste y Huérmeces del Cerro.

Las Latitud y longitud de Sigüenza son las siguientes: 41°04'09"N, 2°38'21"O. La ciudad de Sigüenza se encuentra en un enclave estratégico, ocupando la zona centro de la Península Ibérica, entre grandes núcleos de población con los que se encuentra bien comunicada:

- A 69Km de Guadalajara.
- A 130Km de Madrid.
- A 190km de Zaragoza.
- A 100Km de Soria.

La economía de la comarca se basa en la Agricultura y la ganadería como representantes del sector primario; es de gran importancia también el sector servicios especialmente lo relacionado con el turismo y la hostelería. La construcción y alguna pequeña empresa de transformación de los productos del sector primario cobran importancia, especialmente la transformación y comercialización de miel y de productos cárnicos y embutidos, todos ellos producidos en la zona.

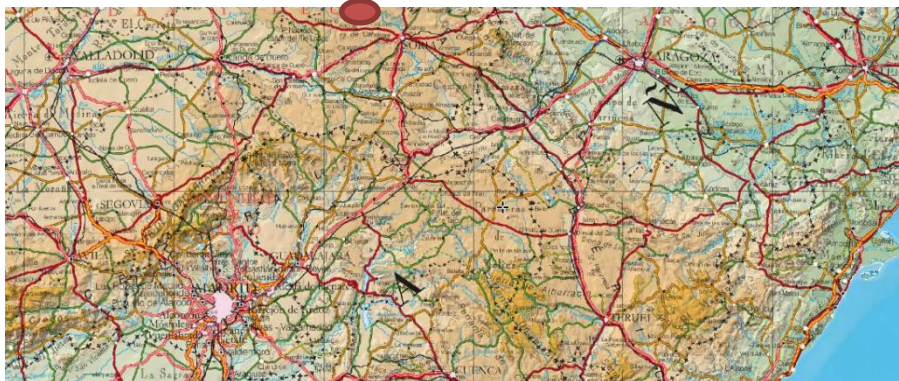
## 2.1. VÍAS DE COMUNICACIÓN.

La ciudad de Sigüenza se encuentra muy bien ubicada, en el centro de la península. Posee unas buenas comunicaciones con grandes núcleos de población como Guadalajara, Madrid, Soria o Zaragoza.

La Autovía A2 es crucial para el desarrollo de la zona ya que a través de ella se conecta con Madrid, a 130Km, y Guadalajara a 69Km por la misma vía. También por la A2 pero en sentido contrario se llega a Zaragoza, a 190Km. A través de la CM-101 y la CL-101 se llega hasta el municipio soriano de Almazán, desde el cual existen numerosas rutas hacia la zona de Burgos.

En cuanto a otros medios de transporte que no sean por carretera cabe destacar el ferrocarril, teniendo estación propia en el municipio. La línea que pasa es la de Madrid-Barcelona y Madrid-Soria.

**Ilustración 2: comunicación por carretera desde el municipio de Sigüenza Fuente: elaboración propia.**



## 3. EL SECTOR AGRARIO EN LA COMARCA.

Según el MAGRAMA la comarca de la sierra se puede dividir en tres ocupaciones del suelo principales, las cuales vienen determinadas por sus condiciones fisiográficas y climáticas. La ocupación del terreno que mayor superficie ocupa es el terreno forestal, un 30,5% del total y encontrándose en las zonas de relieve más abrupto de la mitad noroccidental en forma de matorrales de vegetación esclerófila, matorral boscoso de transición, bosque de frondosas y bosque de coníferas. Cabe destacar en este apartado del terreno forestal la presencia de los Parques Naturales de El Hayedo de La Tejera Negra, en Cantalojas, y el Barranco del Río Dulce, en Sigüenza y sus pedanías. La ganadería es otro de los pilares fundamentales de esta comarca, por lo tanto destacan los prados y pastizales con un 22,1% de superficie. Dentro de la categoría “otras superficies”, con un 33.3%, cabe destacar el erial a pastos. La superficie restante, el 14,1% se dedica a la agricultura.

La agricultura de la comarca es principalmente de secano, en concreto un 96,3%, y cobra gran importancia el barbecho, con un 34%.

Según datos del MAGRAMA de 2009, los cultivos herbáceos son los que mayor importancia adquieren, con un 64,13% del total de tierras de cultivo sumando un total de 26272ha frente a las 783ha de cultivos leñosos, que representa un 1,91%. Dentro de los cultivos herbáceos destaca la cebada (51,75%), seguida del trigo (30,45%), el girasol (7,12%), el maíz (3,51%) y la avena (2,54%). Entre los cultivos leñosos predomina el olivar representando el 82,63%, seguido del viñedo no asociado (13,92%) y los frutales (3,45%), también es representativo la reconversión hacia la producción de trufa negra de numerosas parcelas agrícolas, de las cuales no se conocen las superficies exactas. Todas estas superficies se encuentran representadas en la ilustración 3.

El barbecho y otras tierras no ocupadas representan el 4,8% de la superficie total y el 34% de las tierras de cultivo con 13803ha de secano y 110ha de regadío.

En cuanto a los prados y pastizales, la superficie dedicada a pastizal (60011ha) es muy superior a la ocupada por prados naturales (4245ha). Las tierras dedicadas al terreno forestal cuentan con 88631ha distribuidas en los distintos aprovechamientos del monte: monte maderable (28903ha), monte abierto (17500ha) y monte leñoso (42228ha).

Las otras superficies (96791ha) se reparten entre erial a pastos (80731ha), espartizal (67ha), tierras improductivas (6720ha), superficie no agrícola (4839ha), y ríos y lagos (4434ha).



**Ilustración 3: Distribución de las superficies de la comarca de la Sierra. Fuente: Caracterización de las comarcas agrarias de España: Tomo 21: Guadalajara. MAGRAMA 2004.**

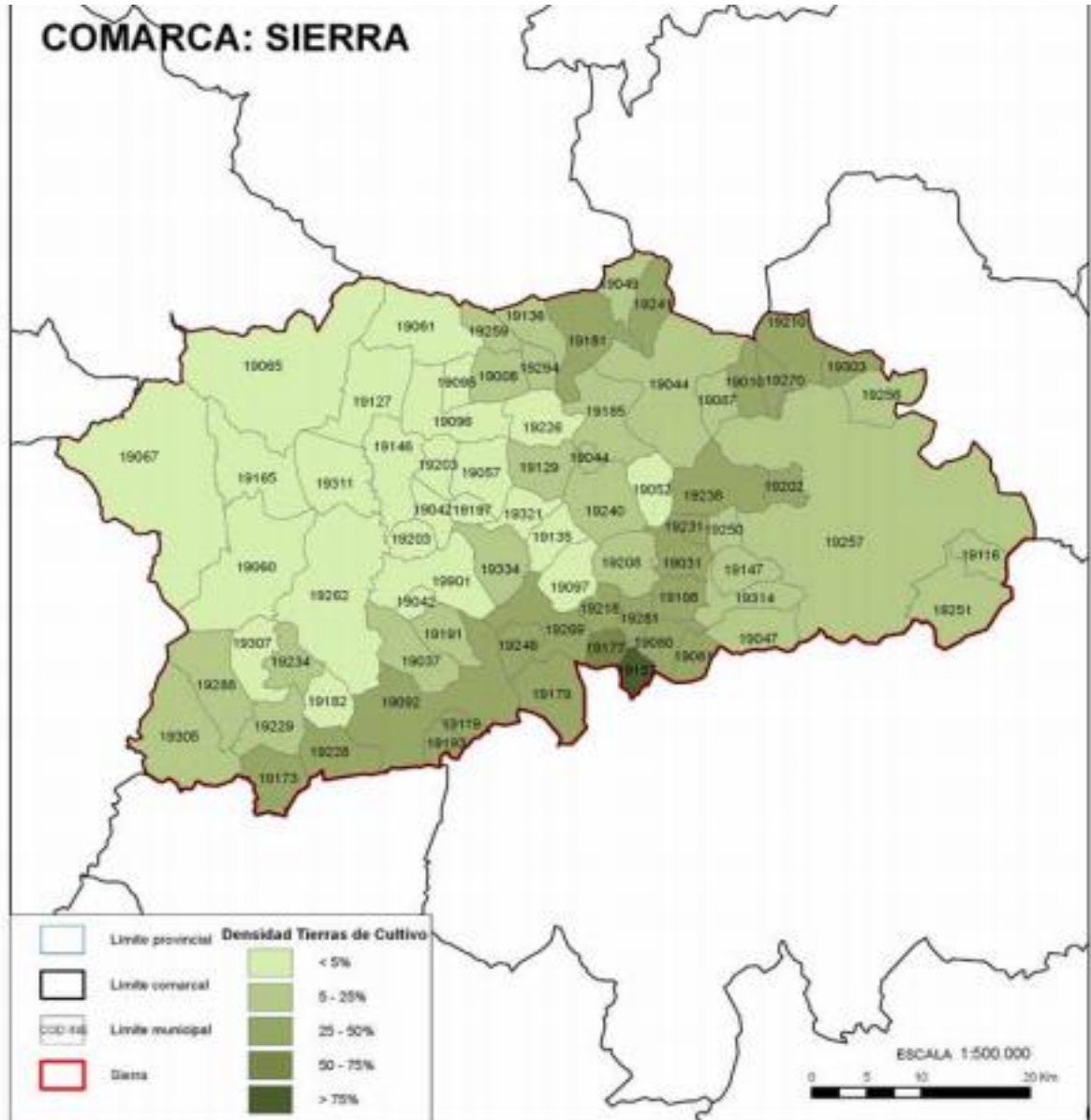
| Distribución de tierras                        | Superficie (ha) |              |                |
|------------------------------------------------|-----------------|--------------|----------------|
|                                                | Secano          | Regadío      | Total          |
| <b>Cultivos herbáceos</b>                      |                 |              |                |
| Trigo                                          | 7.923           | 77           | 8.000          |
| Cebada                                         | 13.389          | 206          | 13.595         |
| Maíz                                           | 7               | 914          | 921            |
| Girasol                                        | 1.838           | 32           | 1.870          |
| Avena                                          | 667             | 0            | 667            |
| Otros                                          | 1.028           | 191          | 1.219          |
| <b>Tierras ocupadas por cultivos herbáceos</b> | <b>24.852</b>   | <b>1.420</b> | <b>26.272</b>  |
| <b>Cultivos leñosos</b>                        |                 |              |                |
| Viñedo no asociado                             | 108             | 1            | 109            |
| Olivar                                         | 647             | 0            | 647            |
| Frutales                                       | 25              | 2            | 27             |
| <b>Tierras ocupadas por cultivos leñosos</b>   | <b>780</b>      | <b>3</b>     | <b>783</b>     |
| Barbecho y otras tierras no ocupadas           | 13.803          | 110          | 13.913         |
| <b>TIERRAS DE CULTIVO</b>                      | <b>39.435</b>   | <b>1.533</b> | <b>40.968</b>  |
| Prados naturales                               | 3.903           | 342          | 4.245          |
| Pastizales                                     | 60.011          | 0            | 60.011         |
| <b>PRADOS Y PASTOS</b>                         | <b>63.914</b>   | <b>342</b>   | <b>64.256</b>  |
| Monte maderable                                | 28.903          | 0            | 28.903         |
| Monte abierto                                  | 17.500          | -            | 17.500         |
| Monte leñoso                                   | 42.228          | -            | 42.228         |
| <b>TERRENO FORESTAL</b>                        | <b>88.631</b>   | <b>0</b>     | <b>88.631</b>  |
| Erial a pastos                                 | 80.731          | -            | 80.731         |
| Espartizal                                     | 67              | -            | 67             |
| Terreno improductivo                           | 6.720           | -            | 6.720          |
| Superficie no agrícola                         | 4.839           | -            | 4.839          |
| Ríos y lagos                                   | 4.434           | -            | 4.434          |
| <b>OTRAS SUPERFICIES</b>                       | <b>96.791</b>   | <b>-</b>     | <b>96.791</b>  |
| <b>SUPERFICIE TOTAL</b>                        | <b>288.771</b>  | <b>1.875</b> | <b>290.646</b> |

Fuente: Subdirección General de Estadística Agroalimentaria MAGRAMA 2004.

Esta comarca tiene un índice de regionalización productiva para la aplicación de las subvenciones de la PAC de 2,2t/ha para los cereales de secano. En el caso del regadío, este índice es de 8,5t/ha para el maíz y de 3,5t/ha para el resto de cereales.

En la ilustración 4 se representa la distribución de la densidad de tierras de cultivo a nivel municipal. En esta figura puede verse como el municipio de Sigüenza (nº 19257) posee una densidad de tierras de cultivo entre 5-25%.

**Ilustración 4: Densidad de tierras de cultivo en la comarca de La Sierra. Fuente: Caracterización de las comarcas agrarias de España: Tomo 21: Guadalajara.**



A continuación, en la ilustración 5, se muestra una tabla a modo de resumen con los principales tipos de cultivos así como la superficie dedicada a cada uno y la total.

**Ilustración 5: Distribución de cultivos herbáceos por municipios. Fuente: Caracterización de las comarcas agrarias de España: tomo 21: Provincia de Guadalajara. MAGRAMA.**

| Municipio*              | Trigo |      |       | Cebada |      |       | Maíz |      |       | Girasol |      |       | Otro |      |       | Total |      |       |
|-------------------------|-------|------|-------|--------|------|-------|------|------|-------|---------|------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|
|                         | Sec.  | Reg. | Total | Sec.   | Reg. | Total | Sec. | Reg. | Total | Sec.    | Reg. | Total | Sec. | Reg. | Total | Sec.  | Reg. | Total |
| Robledo de Corpes       | 0     | 0    | 0     | 0      | 0    | 0     | 0    | 0    | 0     | 0       | 0    | 0     | 190  | 0    | 190   | 190   | 0    | 190   |
| Romarrillos de Alerza   | 229   | 0    | 229   | 210    | 0    | 210   | 0    | 0    | 0     | 0       | 0    | 0     | 0    | 0    | 0     | 439   | 0    | 439   |
| San Andrés del Congosto | 79    | 0    | 79    | 155    | 2    | 157   | 0    | 92   | 92    | 13      | 1    | 14    | 13   | 2    | 15    | 260   | 97   | 357   |
| Santiuste               | 65    | 20   | 85    | 27     | 0    | 27    | 0    | 0    | 0     | 0       | 0    | 0     | 0    | 2    | 2     | 92    | 22   | 114   |
| Soñca                   | 160   | 0    | 160   | 362    | 0    | 362   | 0    | 0    | 0     | 24      | 0    | 24    | 61   | 1    | 62    | 607   | 1    | 608   |
| Senes                   | 166   | 1    | 167   | 197    | 2    | 199   | 0    | 0    | 0     | 34      | 0    | 34    | 24   | 1    | 25    | 421   | 4    | 425   |
| Sigüenza                | 1.677 | 0    | 1.677 | 3.049  | 0    | 3.049 | 0    | 0    | 0     | 772     | 5    | 777   | 369  | 40   | 409   | 5.867 | 45   | 5.912 |
| Somosiñón               | 22    | 0    | 22    | 11     | 0    | 11    | 0    | 0    | 0     | 0       | 0    | 0     | 0    | 10   | 10    | 33    | 10   | 43    |
| Tamajón                 | 59    | 0    | 59    | 38     | 0    | 38    | 0    | 0    | 0     | 0       | 0    | 0     | 12   | 5    | 17    | 109   | 5    | 114   |
| Tor del Ribano          | 54    | 0    | 54    | 98     | 0    | 98    | 0    | 0    | 0     | 9       | 0    | 9     | 11   | 0    | 11    | 172   | 0    | 172   |
| Torremonche de Jadraque | 122   | 0    | 122   | 245    | 0    | 245   | 0    | 0    | 0     | 34      | 0    | 34    | 11   | 0    | 11    | 412   | 0    | 412   |

#### 4. UBICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Para la ubicación del proyecto se contemplan diferentes localizaciones pero todas ellas cercanas, estas opciones serán estudiadas posteriormente en el estudio de alternativas, ver Anejo V.

A parte de la localización concreta del proyecto este va a ubicarse en el municipio de Sigüenza dado que es el lugar de residencia del promotor y por lo tanto este hecho facilitará en gran medida la realización de las labores de cuidado y mantenimiento de la plantación. Es destacable también que al ubicarse en este municipio la realización de las obras se verá facilitada por la existencia en la zona de varias empresas de movimientos de tierra y obra civil, así como suministradores de áridos y hormigones. Durante la fase de explotación de este proyecto se requerirá de mano de obra por lo que se podrá encontrar fácilmente en el municipio de Sigüenza o en sus núcleos agregados.

# **ANEJO II: ESTUDIO CLIMÁTICO**

## **ANEJO II: ESTUDIO CLIMÁTICO**

## ÍNDICE

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                 | 3  |
| 1.1. ELECCIÓN DEL OBSERVATORIO.....                  | 3  |
| 1.2. DATOS RECOGIDOS.....                            | 3  |
| 2. ANÁLISIS DEL CLIMA.....                           | 4  |
| 2.1. TEMPERATURA.....                                | 4  |
| 2.2. HORAS DE FRÍO.....                              | 6  |
| 2.3. HELADAS.....                                    | 6  |
| 2.4. PRECIPITACIÓN.....                              | 10 |
| 2.5. UNIDADES DE CALOR.....                          | 12 |
| 2.6. RADIACIÓN.....                                  | 13 |
| 2.7. ESTADO HIGROMÉTRICO DEL AIRE.....               | 17 |
| 2.8. EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN.....           | 19 |
| 2.8.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN SEGÚN BLANNEY-CRIDDLE..... | 19 |
| 2.8.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN SEGÚN THORNTHWAITE.....    | 22 |
| 2.9. VIENTOS.....                                    | 24 |
| 3. OTROS DATOS DE INTERÉS CLIMÁTICO.....             | 25 |
| 4. CLASIFICACIÓN DEL CLIMA EN EL EMPLAZAMIENTO.....  | 27 |
| 4.1. CLASIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA DE UNESCO-FAO.....  | 27 |
| 4.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE PAPADAKIS.....       | 29 |
| 5. CONSECUENCIAS AGRONÓMICAS DEL CLIMA.....          | 32 |
| 5.1. TEMPERATURA.....                                | 32 |
| 5.2. HELADAS.....                                    | 32 |
| 5.3. HUMEDAD.....                                    | 32 |
| 5.4. PLUVIOMETRÍA.....                               | 32 |
| 5.5. VIENTO.....                                     | 33 |

## **1. INTRODUCCIÓN.**

Con el presente estudio del clima se pretende conocer las características climáticas del emplazamiento elegido para la plantación con el fin de ver si son complementarias con el cultivo del pistacho.

### **1.1. ELECCIÓN DEL OBSERVATORIO.**

Para la realización de este estudio se han solicitado a la Agencia Estatal de Meteorología, la cual depende del Ministerio para la Transición Ecológica, una serie de datos del observatorio más próximo a la zona de la plantación. Este observatorio se encuentra en la Ciudad de Sigüenza. Los datos de este observatorio son los siguientes:

- Latitud:41°04'09"N
- Longitud:2°38'21"O
- Altitud: 1004 metros sobre el nivel del mar.

Se ha elegido este observatorio debido a que es el más cercano a la parcela y por lo tanto sus datos van a ser los que más se aproximen al emplazamiento del proyecto, ya que entre el observatorio y la parcela objeto del proyecto existe una distancia lineal de aproximadamente 5km. Pese a que este observatorio aporta datos sobre todas las variables necesarias para este trabajo también se ha solicitado a la Agencia Estatal de Meteorología datos de los observatorios más cercanos:

- Mandayona: a 15,25Km en línea recta de Sigüenza.
- Brihuega: a 39,23Km en línea recta de Sigüenza.

También se han utilizado los datos climáticos complementarios aportados por el Sistema de Información Agroclimática para el regadío (SIAR) el cual pertenece al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Estos datos se refieren a la estación meteorológica de Jadraque, población que se encuentra a 28.25Km en línea recta.

Otros datos utilizados y contemplados para llevar a cabo el estudio son los aportados por el Servicio Integral de Asesoramiento al Regante de Castilla- La Mancha (SIAR), el cual es un servicio público, dependiente de la Consejería de Agricultura y de la Universidad de Castilla-La Mancha. Mediante este servicio se presta ayuda a los agricultores para conseguir un manejo de los medios de producción más racional y eficiente, principalmente prestando apoyo técnico para la optimización del agua de riego; con el fin de convertir a la agricultura en una actividad sostenible y compatible con el medio ambiente.

### **1.2. DATOS RECOGIDOS.**

Los datos facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología se corresponden con un periodo de 15 años, concretamente entre los años 2000 y 2014. Las variables aportadas por las diferentes estaciones y sobre las que se va a trabajar son las siguientes:

- Humedad.
- Insolación.
- Precipitación.

- Temperatura.
- Viento.

## 2. ANÁLISIS DEL CLIMA.

### 2.1. TEMPERATURA.

El pistacho necesita veranos largos y calurosos así como inviernos fríos y por lo tanto, el estudio de la temperatura será crucial para su establecimiento en el emplazamiento. De este modo la temperatura es uno de los principales factores climáticos, la cual se ve influenciada por la latitud, altitud o continentalidad.

La plantación debe situarse en zonas en las que las Unidades de Calor (UC) estén en torno a 3600Uc para que el desarrollo del fruto sea adecuado.

En este apartado se va a influir mucho en el estudio de la temperatura, tanto temperaturas mínimas como máximas ya que se considera a este parámetro como principal factor limitante del cultivo del pistacho, principalmente las heladas.

Son de gran interés las temperaturas máximas y mínimas absolutas ya que definirán los extremos termométricos del emplazamiento. Pese a ello el pistacho es una especie que posee una gran resistencia a las temperaturas mínimas extremas, por ejemplo la variedad Kerman injertado sobre *Pistacia terebinthus* superan temperaturas invernales inferiores a  $-18^{\circ}\text{C}$ , existiendo otras variedades que superan los  $-30^{\circ}\text{C}$ . Para el análisis y tratado de los datos se va a realizar sobre un “año tipo” o “año medio” ya que tratar uno por uno cada mes durante los 14 años de la serie climática no sería representativo, al igual que si se escoge un año al azar.

Los datos obtenidos acerca de las temperaturas se han elaborado mediante la hoja de cálculo Excel y se muestran en una tabla a continuación. El periodo que mayor trascendencia va a tener es el periodo entre Abril y Septiembre.

En las zonas de cultivo tradicional del pistacho como Turquía, Siria o Irán la temperatura media anual se encuentra en un intervalo entre  $16-19^{\circ}\text{C}$ , la media mínima anual oscilando entre  $11$  y  $14^{\circ}\text{C}$  y la media máxima anual de estos lugares moviéndose entre  $22$  y  $24^{\circ}\text{C}$ .

Como se indica en la Tabla nº 1, la temperatura media anual del emplazamiento es de  $10,82^{\circ}\text{C}$  que pese a ser menor que la existente en los países característicos de este cultivo no es un factor limitante para la producción. El mes más frío del año tipo es Enero en el cual se registra una temperatura media de  $2,81^{\circ}\text{C}$ , respecto al mes con una temperatura media mensual mayor es Julio con  $20,73^{\circ}\text{C}$ . Fijándonos en el periodo de tiempo de interés, entre Marzo y Septiembre, en todos ellos la temperatura media mensual se encuentra por encima de  $8^{\circ}\text{C}$ , por lo que no causaría ningún impedimento. Si bien, la temperatura media de los meses más cálidos no es excesivamente alta, por lo que posteriormente se calcularán las Unidades de Calor para ver si estas condiciones se adecuan al cultivo. La Agencia Estatal de Meteorología en su observatorio de Sigüenza lleva a cabo el registro de datos de la Temperatura Media Horaria Mensual, la cual apenas tiene variación con la temperatura media por lo que no es un dato relevante.

La Temperatura Máxima absoluta presenta sus mayores valores en Julio y Agosto, con 32,4 y 32°C respectivamente. Ahora el periodo de interés sería el de parada vegetativa de los árboles, ya que tienen que completar unas horas por debajo de 7°C, llamadas horas de frío. Estas temperaturas máximas de los meses de invierno no son preocupantes debido a que no serían suficientes como para hacer al árbol iniciar su ciclo vegetativo.

Las Temperaturas Mínimas Absolutas son un factor clave para la implantación de un pistacho. Las más extremas se dan en los meses de Enero (-10,19°C), Diciembre (-9,47°C), Febrero (-8,77°C) y Marzo (-6,48°C). Estas temperaturas no llegarían a causar daños sobre las plantas debido a que la resistencia de estas durante el periodo de reposo invernal es mucho mayor. En el caso de producirse daños por bajas temperaturas sería en la época de floración; por lo que resultan interesantes los datos de Abril y Mayo, con -2,98°C y -0,97°C respectivamente. Esto será un factor limitante para la implantación de este cultivo en la zona estudiada. Estos aspectos se analizarán en detalle más adelante, en el apartado de heladas.

Los valores de la Media de la temperatura máxima diaria no son un factor limitante pero representan como en la época estival la temperatura media mensual se encuentra en valores entre 20 y 30°C, más próximos al extremo. Esto supone una mejor maduración del fruto y que este adquiera una mayor calidad. En cuanto a estas temperaturas durante el periodo de reposo invernal se estabilizan en torno a los 8°C.

Atendiendo a los datos de la Media de la temperatura mínima diaria es representativo como en los meses de Diciembre, Enero y Febrero la temperatura mínima se encuentra bajo cero. Estos valores durante la primavera se encuentran sobre cero, lo que será bueno desde el punto de vista de heladas tardías.

En la tabla se encuentran representadas también las temperaturas mínimas de las máximas, y las máximas de las mínimas. Con esto se permite conocer unos valores útiles en los días de mayores o menores temperaturas.

**Tabla 1: Características termométricas del año tipo según los datos del observatorio meteorológico de Sigüenza. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos climáticos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

|            | TMmes | TMmh  | TMA   | tma    | TMM   | tmm   | TmM   | TMm   |
|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| ENERO      | 2,81  | 2,76  | 14,2  | -10,19 | 8,02  | -2,71 | 1,58  | 5,09  |
| FEBRERO    | 3,39  | 3,39  | 16,2  | -8,77  | 9,21  | -2,31 | 2,26  | 4,96  |
| MARZO      | 6,41  | 6,47  | 20,9  | -6,48  | 12,49 | 0,64  | 4,24  | 6,47  |
| ABRIL      | 8,65  | 9,85  | 23,3  | -2,98  | 17,80 | 5,86  | 8,00  | 7,62  |
| MAYO       | 11,78 | 12,17 | 27,3  | -0,97  | 21,50 | 8,70  | 10,88 | 10,13 |
| JUNIO      | 17,21 | 17,55 | 31,7  | 3,09   | 26,74 | 10,80 | 18,76 | 13,58 |
| JULIO      | 20,73 | 20,30 | 34,2  | 6,97   | 29,40 | 11,70 | 21,33 | 15,21 |
| AGOSTO     | 20,24 | 20,49 | 34,0  | 6,57   | 28,96 | 10,27 | 21,34 | 15,58 |
| SEPTIEMBRE | 16,73 | 16,38 | 29,0  | 2,44   | 25,37 | 8,88  | 15,17 | 13,10 |
| OCTUBRE    | 12,25 | 11,74 | 24,6  | -1,69  | 18,57 | 4,88  | 10,16 | 11,83 |
| NOVIEMBRE  | 6,20  | 5,71  | 18,5  | -5,99  | 11,72 | 0,73  | 5,55  | 8,13  |
| DICIEMBRE  | 3,48  | 2,58  | 15,1  | -9,47  | 8,49  | -2,41 | 2,54  | 5,76  |
| MEDIA      | 10,82 | 10,78 | 24,08 | -2,29  | 18,19 | 4,59  | 10,15 | 9,79  |



Dónde:

- TMmes: Temperatura media mensual.
- TMmh: Temperatura media mensual horaria.
- TMA: Temperatura máxima absoluta mensual.
- tma: Temperatura mínima absoluta mensual.
- TMM: Media mensual de la temperatura máxima diaria.
- tmm: Media mensual de la temperatura mínima diaria.
- TmM: Temperatura mínima de las máximas.
- TmM: Temperatura máxima de las mínimas.

## 2.2. HORAS DE FRÍO.

El pistachero necesita superar una serie de horas por debajo de 7°C para poder salir del reposo invernal y comenzar su desarrollo. Para el cálculo de este valor se utilizan los datos de temperatura obtenidos del año tipo en los apartados anteriores.

Se utiliza la fórmula propuesta por Weinberger en 1950, para el cálculo de este número de horas. Según Weinberger:

$$T = 0,5(tm_{XII} + tmI)$$

Dónde  $tm_{XII}$  es la temperatura media del mes de diciembre y  $tmI$  es la temperatura media del mes de enero. Una vez calculado el valor de T se consultará una tabla que proporciona el valor real de las horas de frío.

$$T = 0,5(3,48 + 2,81) = 3,145$$

Al trasladar este valor a la tabla de conversión de las horas de frío según Weinberger se obtienen unas horas por debajo de 7°C superior a 1300.

## 2.3. HELADAS.

Las heladas son un factor limitante para el cultivo del pistacho, principalmente las heladas tardías. Se entiende por heladas tardías aquellas que se producen fuera de los meses de heladas habituales, como puede ser Abril, Mayo y Junio. Estas heladas son perjudiciales ya que pueden afectar al cultivo de manera que se puede llegar a perder la cosecha de un año por una helada tardía. Las heladas que se producen durante la época de reposo invernal no causan perjuicio a la planta siempre y cuando no se sobrepasen temperaturas límite, como -18°C o -30°C. Las heladas pueden causar daños sobre el vegetal como el debilitamiento, la alteración de los procesos biológicos o en casos más extremos la muerte celular y destrucción de tejidos y órganos vegetales.

A continuación se presenta una tabla en la que se incluyen las fechas de la primera y última helada de cada mes a lo largo de los 15 años estudiados. Sobre esta tabla se ha representado los periodos libres de heladas gráficamente.

**Tabla 2: Fechas de la primera y última helada mensual de la serie climática. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos climáticos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

|                        | ENERO              |                    | FEBRERO           |                    | MARZO             |                    |
|------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|                        | 1ª Helada          | Última Helada      | 1ª Helada         | Última Helada      | 1ª Helada         | Última Helada      |
| 2000                   | 2                  | 31                 | 3                 | 27                 | 16                |                    |
| 2001                   | 6                  | 30                 | 2                 | 28                 | 1                 | 28                 |
| 2002                   | 6                  | 31                 | 8                 | 27                 | 1                 | 28                 |
| 2003                   | 5                  | 31                 | 1                 | 28                 | 4                 | 25                 |
| 2004                   | 1                  | 30                 | 3                 | 29                 | 1                 | 28                 |
| 2005                   | 1                  | 31                 | 2                 | 24                 | 3                 | 14                 |
| 2006                   | 4                  | 29                 | 2                 | 28                 | 1                 | 17                 |
| 2007                   |                    |                    |                   |                    |                   |                    |
| 2008                   |                    |                    |                   |                    |                   |                    |
| 2009                   | 3                  | 30                 | 1                 | 26                 | 3                 | 9                  |
| 2010                   | 6                  | 28                 | 1                 | 21                 | 2                 | 31                 |
| 2011                   | 2                  | 31                 | 1                 | 28                 | 1                 | 21                 |
| 2012                   | 1                  | 31                 | 1                 | 28                 | 1                 | 28                 |
| 2013                   | 2                  | 31                 | 1                 | 28                 | 1                 | 22                 |
| 2014                   | 4                  | 29                 | 1                 | 27                 | 6                 | 18                 |
| <b>AÑO TIPO(MEDIO)</b> | <b>3,307692308</b> | <b>30,23076923</b> | <b>2,07692308</b> | <b>26,84615385</b> | <b>3,15384615</b> | <b>22,41666667</b> |

**Tabla 3: Fechas de la primera y última helada mensual de la serie climática. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos climáticos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

|                      | ABRIL             |                   | MAYO              |                   | JUNIO     |               | JULIO              |               | AGOSTO    |               | SEPTIEMBRE  |               | OCTUBRE           |                   |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|---------------|--------------------|---------------|-----------|---------------|-------------|---------------|-------------------|-------------------|
|                      | 1ª Helada         | Última Helada     | 1ª Helada         | Última Helada     | 1ª Helada | Última Helada | 1ª Helada          | Última Helada | 1ª Helada | Última Helada | 1ª Helada   | Última Helada | 1ª Helada         | Última Helada     |
| 2000                 | 1                 | 7                 |                   |                   | 11        | 11            | <b>AÑO EXTREMO</b> |               |           |               | 30          | 30            | 1                 | 31                |
| 2001                 | 2                 | 30                |                   |                   |           |               |                    |               |           |               |             |               |                   |                   |
| 2002                 | 1                 | 23                | 3                 | 12                |           |               |                    |               |           |               |             |               | 7                 | 18                |
| 2003                 | 1                 | 10                | 26                | 26                |           |               |                    |               |           |               |             |               |                   |                   |
| 2004                 | 2                 | 24                | 2                 | 8                 |           |               |                    |               |           |               |             |               |                   |                   |
| 2005                 |                   |                   |                   |                   |           |               |                    |               |           |               |             |               | 4                 | 4                 |
| 2006                 | 11                | 18                | 24                | 24                | 1         | 2             |                    |               |           |               |             |               |                   |                   |
| 2007                 |                   |                   |                   |                   |           |               |                    |               |           |               |             |               |                   |                   |
| 2008                 |                   |                   |                   |                   |           |               |                    |               |           |               |             |               |                   |                   |
| 2009                 |                   |                   |                   |                   |           |               |                    |               |           |               |             |               | 14                | 16                |
| 2010                 | 1                 | 11                |                   |                   |           |               |                    |               |           |               | 27          | 29            | 16                | 27                |
| 2011                 | 13                | 13                |                   |                   |           |               |                    |               |           |               |             |               | 18                | 22                |
| 2012                 | 6                 | 23                | 1                 | 3                 |           |               |                    |               |           |               |             |               |                   |                   |
| 2013                 | 3                 | 23                | 3                 | 30                |           |               |                    |               |           |               |             |               | 12                | 31                |
| 2014                 | 18                | 18                |                   |                   |           |               |                    |               |           |               |             |               |                   |                   |
| <b>AÑO TIPO(MED)</b> | <b>5,36363636</b> | <b>18,1818182</b> | <b>9,83333333</b> | <b>17,1666667</b> | <b>6</b>  | <b>6,5</b>    | <b>AÑO MEDIO</b>   |               |           |               | <b>28,5</b> | <b>29,5</b>   | <b>10,2857143</b> | <b>21,2857143</b> |

**Tabla 4: Fechas de la primera y última helada mensual de la serie climática. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos climáticos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

|               | NOVIEMBRE  |               | DICIEMBRE  |               |
|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
|               | 1ª Helada  | Última Helada | 1ª Helada  | Última Helada |
| 2000          | 1          | 24            | 2          | 31            |
| 2001          | 2          | 30            | 1          | 30            |
| 2002          | 8          | 29            | 5          | 29            |
| 2003          | 2          | 28            | 1          | 31            |
| 2004          | 3          | 30            |            |               |
| 2005          | 5          | 30            | 5          | 31            |
| 2006          | 3          | 27            |            |               |
| 2007          |            |               |            |               |
| 2008          |            |               |            |               |
| 2009          | 3          | 28            | 4          | 27            |
| 2010          | 7          | 30            |            |               |
| 2011          | 8          | 30            | 1          | 31            |
| 2012          | 7          | 23            |            |               |
| 2013          | 1          | 30            | 1          | 28            |
| 2014          | 6          | 18            | 4          | 31            |
| MO TIPO (MED) | 4,30769231 | 27,4615385    | 2,66666667 | 29,88888889   |

Aparte de las tablas anteriores, en la Tabla 5 se presentan a modo de resumen los periodos libres de heladas de los 15 años estudiados.

**Tabla 5: Período libre de heladas. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos climáticos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

| PERIODO LIBRE DE HELADAS |            |
|--------------------------|------------|
| 2000                     | 11/6-30/9  |
| 2001                     | 30/4-2/11  |
| 2002                     | 12/5-7/10  |
| 2003                     | 26/5-2/11  |
| 2004                     | 8/5-3/11   |
| 2005                     | 14/3-4/10  |
| 2006                     | 2/6-3/11   |
| 2007                     |            |
| 2008                     |            |
| 2009                     | 9/3-14/10  |
| 2010                     | 11/4-27/9  |
| 2011                     | 13/4-18/10 |
| 2012                     | 3/5-7/11   |
| 2013                     | 30/5-12/10 |
| 2014                     | 18/4-6/11  |

En la Tabla nº 6 se reflejan los datos del número de días de helada al mes en el año tipo creado para el estudio a partir de los datos climáticos aportados.

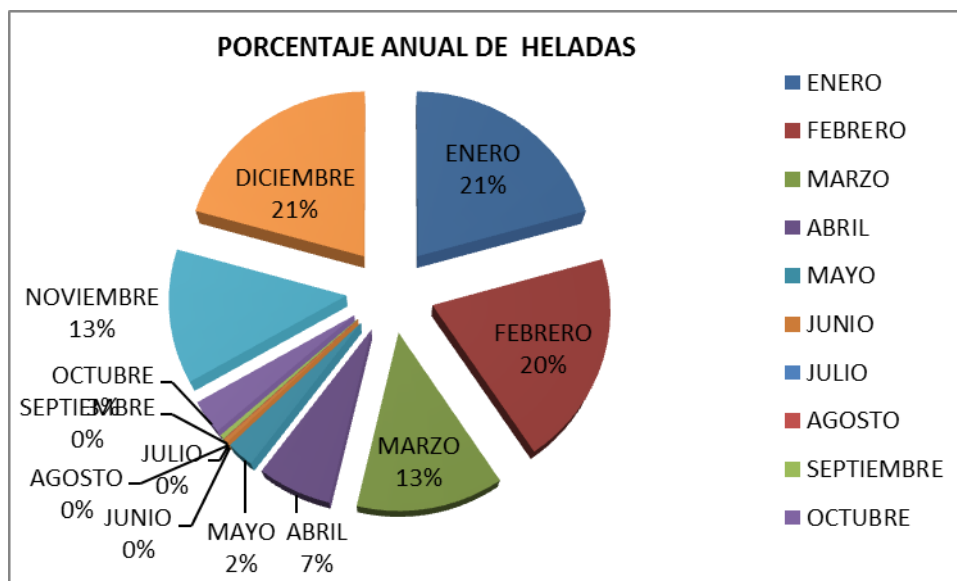
**Tabla 6: Número de días de helada en el año tipo de la serie climática 2000-2014. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos climáticos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

| DÍAS DE HELADA( $T^a < 0^{\circ}\text{C}$ ) |       |
|---------------------------------------------|-------|
| ENERO                                       | 20,13 |
| FEBRERO                                     | 19,50 |
| MARZO                                       | 12,70 |
| ABRIL                                       | 6,40  |
| MAYO                                        | 2,43  |
| JUNIO                                       | 0,38  |
| JULIO                                       | 0,00  |
| AGOSTO                                      | 0,00  |
| SEPTIEMBRE                                  | 0,38  |
| OCTUBRE                                     | 3,11  |
| NOVIEMBRE                                   | 12,33 |
| DICIEMBRE                                   | 20,11 |
| Total                                       | 97,46 |

Las zonas tradicionalmente productoras de pistacho se caracterizan por soportar muy bajas temperaturas durante el estado de reposo invernal, concretamente temperaturas mínimas absolutas del orden de  $-20^{\circ}\text{C}$  en las principales zonas de origen: Afganistán o Irán entre otros.

En el caso de producirse la helada en el periodo de floración sí podrían sufrirse daños, pese a ello el pistacho soportará  $-2,5^{\circ}\text{C}$  durante media hora en el periodo de floración y  $-1,5^{\circ}\text{C}$  durante el cuajado del fruto. De esta manera se considera una zona apta para el cultivo aquella en la que la probabilidad de helada de  $-3^{\circ}\text{C}$  a finales de Marzo, o en Abril, sea menor al 25%, o lo que es lo mismo, que se de 1 helada cada 4 años como máximo.

En el gráfico 1 se representa el porcentaje de heladas mensual durante un año, el cual será uno de los puntos clave a la hora de elegir la variedad implantada, así como para el estudio de viabilidad. En este gráfico puede verse como el mayor peso de las heladas recaen sobre Diciembre, Enero y Febrero con un 21, 21 y 20% respectivamente, seguidos de Noviembre y Marzo con un 13% ambos. Es de especial importancia los meses de Marzo, Abril y Mayo ya que son uno de los momentos más delicados del árbol, concretamente Abril y Mayo los cuales suman un 9%. Todos estos datos, sobre todo los relativos a las heladas tardías y al número de días de heladas serán utilizados posteriormente en el estudio de viabilidad, ya que el principal condicionante de la viabilidad técnica va a ser las heladas tardías.



**Gráfica 1: Porcentaje anual de heladas. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos climáticos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

## 2.4. PRECIPITACIÓN.

La precipitación es un parámetro climático que ha de quedar bien reflejado ya que servirá para calcular la necesidad de agua que hay que aportar al cultivo en cada momento. Por lo tanto junto con la temperatura es uno de los factores climáticos más importantes.

Al igual que con la temperatura, la precipitación va a estudiarse a partir de un “año tipo”, con los valores medios de la serie climática 2000-2014.

En la tabla nº 7 se encuentran resumidas las principales variables a tener en cuenta. En cuanto a los días de lluvia los máximos se encuentran en Diciembre y Noviembre con 15 y 10 días respectivamente; los datos de los meses de la época estival, Junio, Julio y Agosto son bastante inferiores por lo que se supondrá que los árboles van a necesitar apoyo de agua de riego. Se han estudiado también los días de precipitación mayor a 1mm y mayor a 10mm; con esta recopilación de datos se obtiene un total de 62 días de precipitación superior a 1mm repartidos principalmente en los meses de invierno y primavera. Los días de precipitación superior a 10mm son menores, constituyendo únicamente un total de 9,79 días. La precipitación total anual es de 337,09L/m<sup>2</sup> la cual se corresponde con 28,09L/m<sup>2</sup> de media al mes.

A parte de la recopilación de los datos del año tipo en la tabla nº 7 también se presenta una gráfica en la que se relacionan los días de lluvia con la precipitación media mensual.

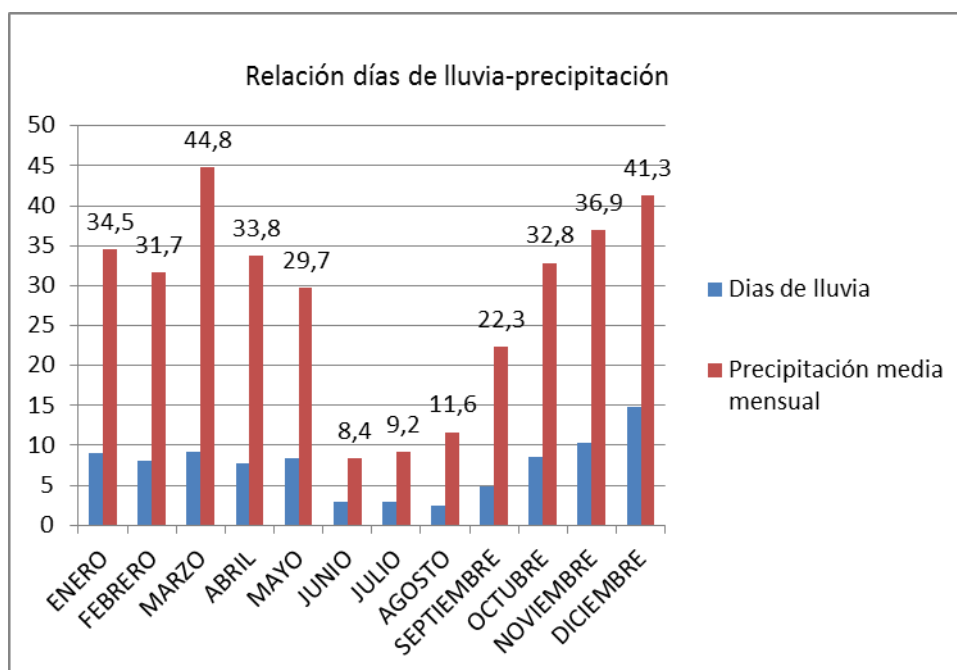
En términos generales puede observarse como la precipitación media desde abril a septiembre es de 19,2 mm, mientras que la registrada durante los meses propios de verano entre julio y septiembre es de 14,3 mm.

Con los datos que se aportan en la tabla nº 7 y en el gráfico nº se puede determinar que las mayores precipitaciones se dan durante los meses primaverales (abril y mayo) así como en marzo y octubre. Las lluvias primaverales pueden influir negativamente

ya que pueden hacer que se den problemas de polinización al producirse arrastre del polen por el agua. También pueden ser relevantes las lluvias de finales de verano para la recolección de los pistachos.

**Tabla 7: Régimen de precipitaciones de la serie climática 2000-2014 para el emplazamiento elegido. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

|            | Días de lluvia | DP>1mm | DP>10mm | Pmax día | Pmes   |
|------------|----------------|--------|---------|----------|--------|
| ENERO      | 9              | 7      | 1       | 111,8    | 345,4  |
| FEBRERO    | 8              | 6      | 1       | 97,3     | 316,6  |
| MARZO      | 9              | 7      | 2       | 140,4    | 447,9  |
| ABRIL      | 8              | 8      | 1       | 126,5    | 337,8  |
| MAYO       | 8              | 6      | 1       | 97,1     | 297,3  |
| JUNIO      | 3              | 2      | 0       | 35,4     | 84,2   |
| JULIO      | 3              | 2      | 0       | 100,7    | 92,0   |
| AGOSTO     | 2              | 1      | 1       | 101,1    | 116,4  |
| SEPTIEMBRE | 5              | 3      | 1       | 135,0    | 223,1  |
| OCTUBRE    | 9              | 6      | 2       | 166,3    | 328,4  |
| NOVIEMBRE  | 10             | 5      | 1       | 116,6    | 368,9  |
| DICIEMBRE  | 15             | 10     | 1       | 76,4     | 412,9  |
| TOTAL      | 89,44          | 62,00  | 9,79    | 1304,49  | 337,09 |
| MEDIA      | 7,45           | 5,17   | 0,82    | 108,71   | 28,09  |



**Gráfica 2: Relación de los días de lluvia con la precipitación media mensual del emplazamiento. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

## 2.5. UNIDADES DE CALOR.

El cálculo de las Unidades de Calor (UC) o integral térmica va a ser fundamental para la elección de variedades tempranas o tardías, incluso de su viabilidad en el emplazamiento.

Las unidades de calor en este caso se estudian para la madurez del fruto y hace referencia a la cantidad de calor que la planta debe acumular desde la siembra, en este caso desde el inicio del ciclo del pistacho ya que estamos trabajando sobre un árbol frutal, hasta la madurez del fruto. Para calcular este índice se sigue la fórmula propuesta por Ferguson:

$$UC = \left[ \frac{MTMM + MTMm}{2} \right] * 183$$

Dónde:

- MTMM: Media de las temperaturas medias máximas de los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre.
- MTMm: Media de las temperaturas medias mínimas de los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre.
- 183: Número de días del periodo comprendido entre abril y septiembre.

Los datos para obtener este valor de unidades de calor se han extraído de la tabla nº 1: características termométricas del año tipo según el observatorio meteorológico de Sigüenza y se representan en la tabla nº 8.

**Tabla 8: Valores de TMM y tmm para el cálculo de las unidades de calor. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

|            | TMM   | tmm   |
|------------|-------|-------|
| ABRIL      | 17,80 | 5,86  |
| MAYO       | 21,50 | 8,70  |
| JUNIO      | 26,74 | 10,80 |
| JULIO      | 29,40 | 11,70 |
| AGOSTO     | 28,96 | 10,27 |
| SEPTIEMBRE | 25,37 | 8,88  |
| Medias     | 24,96 | 9,37  |

De esta manera el valor de las unidades de calor se obtiene según la fórmula anterior:

$$UC = \left[ \frac{24,96 + 9,37}{2} \right] * 183 = 3141,195 UC$$

Este valor de las Unidades de Calor va a ser un condicionante a la hora de la elección de las variedades como se verá posteriormente en el estudio de alternativas.

## 2.6. RADIACIÓN.

En este apartado se procede al cálculo de la radiación solar a nivel del suelo mediante métodos empíricos a partir de los datos obtenidos del observatorio meteorológico, en concreto datos de insolación.

Este valor de radiación global a nivel del suelo se calcula de la siguiente manera:

$$RS = RA[a + b \left(\frac{n}{N}\right)]$$

Dónde:

- RS: Radiación global a nivel del suelo.
- RA: Radiación global extraterrestre. Este dato se encuentra tabulado.
- n/m: Fracción de insolación, siendo n el número de horas de sol despejado y N las horas de sol máximo posible, lo cual también está tabulado.
- a y b: Valores constantes según los autores.



**Tabla 9: Valores mensuales de la radiación global (RA) según ANGOT (1928). Fuente: ANGOT 1928.**

| LAT. N | E   | F   | M   | A   | M   | J   | J   | A   | S   | O   | N   | D   |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 25Q    | 575 | 678 | 799 | 891 | 940 | 954 | 942 | 896 | 815 | 708 | 593 | 589 |
| 26Q    | 562 | 667 | 792 | 889 | 942 | 958 | 945 | 895 | 810 | 698 | 580 | 525 |
| 27Q    | 548 | 657 | 785 | 886 | 944 | 962 | 948 | 894 | 804 | 688 | 567 | 511 |
| 28Q    | 535 | 646 | 778 | 884 | 946 | 965 | 950 | 893 | 799 | 678 | 554 | 497 |
| 29Q    | 521 | 635 | 771 | 882 | 948 | 968 | 952 | 892 | 793 | 668 | 541 | 483 |
| 30Q    | 508 | 624 | 764 | 880 | 950 | 972 | 955 | 891 | 788 | 658 | 528 | 469 |
| 31Q    | 493 | 611 | 755 | 875 | 949 | 973 | 955 | 888 | 780 | 646 | 514 | 454 |
| 32Q    | 479 | 598 | 746 | 871 | 949 | 974 | 956 | 884 | 772 | 634 | 500 | 439 |
| 33Q    | 464 | 585 | 737 | 866 | 948 | 976 | 956 | 881 | 764 | 622 | 486 | 424 |
| 34Q    | 450 | 572 | 728 | 861 | 948 | 977 | 956 | 878 | 757 | 609 | 473 | 410 |
| 35Q    | 463 | 559 | 719 | 856 | 947 | 979 | 957 | 874 | 749 | 597 | 459 | 395 |
| 36Q    | 422 | 547 | 709 | 851 | 947 | 980 | 957 | 871 | 741 | 585 | 445 | 381 |
| 37Q    | 407 | 534 | 700 | 846 | 946 | 981 | 957 | 868 | 734 | 573 | 432 | 366 |
| 38Q    | 393 | 521 | 691 | 842 | 945 | 983 | 958 | 865 | 726 | 560 | 418 | 352 |
| 39Q    | 378 | 508 | 682 | 837 | 945 | 984 | 958 | 861 | 718 | 548 | 404 | 337 |
| 40Q    | 364 | 495 | 673 | 833 | 944 | 985 | 958 | 858 | 710 | 536 | 390 | 323 |
| 41Q    | 350 | 481 | 662 | 826 | 942 | 985 | 956 | 852 | 700 | 523 | 375 | 309 |
| 42Q    | 336 | 468 | 650 | 819 | 939 | 985 | 954 | 846 | 689 | 510 | 360 | 294 |
| 43Q    | 322 | 454 | 639 | 812 | 936 | 984 | 952 | 840 | 679 | 497 | 346 | 280 |
| 44Q    | 307 | 441 | 628 | 805 | 934 | 984 | 950 | 834 | 668 | 484 | 331 | 266 |
| 45Q    | 293 | 427 | 616 | 798 | 932 | 984 | 948 | 829 | 658 | 470 | 317 | 251 |

**Tabla 10: Valores de las horas de insolación máxima posible (N) según la latitud. Fuente: Bases de la producción vegetal.**

| LAT. N | E    | F    | M    | A    | M    | J    | J    | A    | S    | O    | N    | D    |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 25º    | 10.8 | 11.4 | 12.0 | 12.7 | 13.4 | 13.7 | 13.6 | 13.0 | 12.2 | 11.4 | 10.9 | 10.6 |
| 26º    | 10.7 | 11.3 | 12.0 | 12.7 | 13.4 | 13.8 | 13.6 | 13.0 | 12.2 | 11.4 | 10.9 | 10.6 |
| 27º    | 10.7 | 11.3 | 12.0 | 12.8 | 13.5 | 13.8 | 13.7 | 13.1 | 12.2 | 11.4 | 10.8 | 10.4 |
| 28º    | 10.6 | 11.3 | 12.0 | 12.8 | 13.5 | 13.9 | 13.7 | 13.1 | 12.2 | 11.3 | 10.8 | 10.4 |
| 29º    | 10.6 | 11.2 | 12.0 | 12.8 | 13.6 | 13.9 | 13.8 | 13.1 | 12.4 | 11.3 | 10.8 | 10.3 |
| 30º    | 10.5 | 11.2 | 12.0 | 13.0 | 13.7 | 14.0 | 13.9 | 13.2 | 12.4 | 11.3 | 10.7 | 10.2 |
| 31º    | 10.5 | 11.2 | 12.0 | 13.0 | 13.7 | 14.2 | 13.9 | 13.2 | 12.4 | 11.3 | 10.7 | 10.2 |
| 32º    | 10.3 | 11.1 | 12.0 | 13.0 | 13.8 | 14.3 | 14.0 | 13.3 | 12.4 | 11.3 | 10.6 | 10.1 |
| 33º    | 10.2 | 11.1 | 12.0 | 13.1 | 13.8 | 14.4 | 14.2 | 13.3 | 12.4 | 11.2 | 10.6 | 10.0 |
| 34º    | 10.2 | 10.9 | 12.0 | 13.1 | 13.9 | 14.4 | 14.2 | 13.5 | 12.4 | 11.2 | 10.4 | 10.0 |
| 35º    | 10.1 | 10.9 | 12.0 | 13.1 | 14.0 | 14.5 | 14.3 | 13.5 | 12.4 | 11.2 | 10.3 | 9.9  |
| 36º    | 10.1 | 10.9 | 12.0 | 13.2 | 14.0 | 14.6 | 14.4 | 13.5 | 12.4 | 11.2 | 10.3 | 9.8  |
| 37º    | 10.0 | 10.8 | 12.0 | 13.2 | 14.2 | 14.8 | 14.5 | 13.6 | 12.4 | 11.2 | 10.2 | 9.6  |
| 38º    | 9.9  | 10.8 | 12.0 | 13.2 | 14.3 | 14.9 | 14.5 | 13.6 | 12.5 | 11.0 | 10.1 | 9.6  |
| 39º    | 9.9  | 10.8 | 12.0 | 13.3 | 14.3 | 14.9 | 14.6 | 13.7 | 12.5 | 11.0 | 10.1 | 9.5  |
| 40º    | 9.8  | 10.7 | 12.0 | 13.3 | 14.4 | 15.0 | 14.7 | 13.7 | 12.5 | 11.0 | 10.0 | 9.4  |
| 41º    | 9.6  | 10.7 | 12.0 | 13.3 | 14.5 | 15.1 | 14.7 | 13.8 | 12.5 | 11.0 | 9.8  | 9.8  |
| 42º    | 9.5  | 10.7 | 12.0 | 13.4 | 14.6 | 15.2 | 14.9 | 13.8 | 12.5 | 10.9 | 9.8  | 9.2  |
| 43º    | 9.4  | 10.5 | 11.8 | 13.4 | 14.6 | 15.4 | 15.0 | 13.9 | 12.5 | 10.9 | 9.7  | 8.9  |
| 44º    | 9.4  | 10.5 | 11.8 | 13.6 | 14.7 | 15.5 | 15.1 | 13.9 | 12.5 | 10.9 | 9.6  | 8.8  |
| 45º    | 9.3  | 10.4 | 11.8 | 13.6 | 14.9 | 15.5 | 15.2 | 14.0 | 12.5 | 10.8 | 9.5  | 8.7  |

**Tabla 11: Valores de las Constantes a y b para los diferentes autores. Fuente: Bases de la producción vegetal.**

| a                  | b    | Autor                    |
|--------------------|------|--------------------------|
| 0.23               | 0.48 | BLACK et al., 1954       |
| $0.29 \cos \alpha$ | 0.58 | GLOVER y McCULLOCH, 1958 |
| 0.18               | 0.55 | PENMAN, 1948             |
| 0.18               | 0.62 | TURC, 1961               |

$\alpha$  = latitud

A partir de la fórmula propuesta anteriormente y teniendo en cuenta los valores tabulados para la latitud de nuestro emplazamiento, 41º, se obtiene la siguiente tabla.

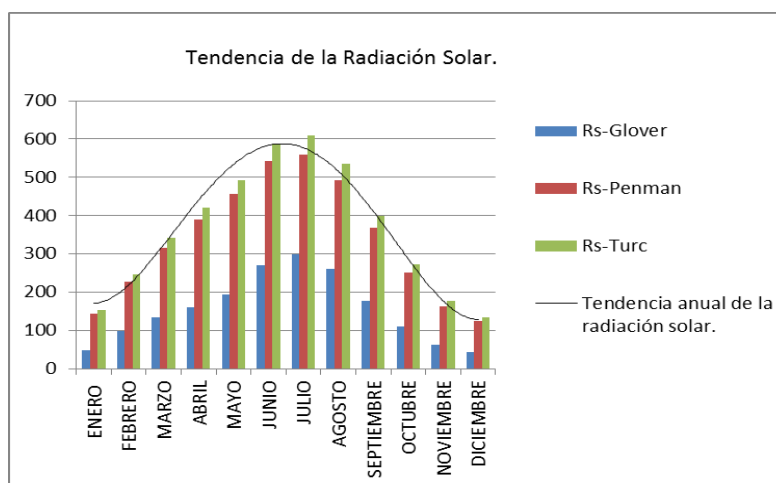
**Tabla 12: Cálculo de la radiación global a nivel del suelo según diferentes autores. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

|            | n          | RA  | N    | Rs-Black   | Rs-Glover  | Rs-Penman  | Rs-Turc    |
|------------|------------|-----|------|------------|------------|------------|------------|
| ENERO      | 4,27142857 | 336 | 9,5  | 149,795368 | 48,6481677 | 143,570526 | 154,145684 |
| FEBRERO    | 5,99285714 | 468 | 10,7 | 233,456395 | 97,7421372 | 228,404619 | 246,752844 |
| MARZO      | 6,67142857 | 650 | 12   | 322,957143 | 134,196816 | 315,752976 | 341,04881  |
| ABRIL      | 7,18571429 | 819 | 13,4 | 399,179552 | 159,727697 | 388,972612 | 419,715672 |
| MAYO       | 8,10714286 | 939 | 14,6 | 466,247495 | 193,498639 | 455,796296 | 492,295098 |
| JUNIO      | 10,2214286 | 985 | 15,2 | 544,490226 | 269,921967 | 541,606508 | 587,972791 |
| JULIO      | 11,0214286 | 954 | 14,9 | 558,140307 | 298,6271   | 559,837018 | 609,23373  |
| AGOSTO     | 10,0769231 | 846 | 13,8 | 491,104415 | 260,167937 | 492,047559 | 535,290702 |
| SEPTIEMBRE | 8,02142857 | 689 | 12,5 | 370,697749 | 176,520797 | 367,197629 | 398,147509 |
| OCTUBRE    | 6,21666667 | 510 | 10,9 | 256,918349 | 109,547677 | 251,779358 | 272,140367 |
| NOVIEMBRE  | 4,88333333 | 360 | 9,8  | 168,906122 | 62,2864311 | 163,463265 | 176,020408 |
| DICIEMBRE  | 4,11666667 | 294 | 9,2  | 130,766087 | 42,1987738 | 125,274891 | 134,483696 |

Como puede verse en la tabla en las tres radiaciones calculadas los máximos de radiación se establecen en los meses de junio y julio, descendiendo desde estos hasta tomar los valores mínimos en el mes de diciembre. Desde el mes de enero comienza el ascenso de los valores de radiación hasta alcanzar los máximos de nuevo en junio y julio.

Al igual que en los estudios anteriores de temperatura y precipitación se ha creado un año tipo para facilitar los cálculos.

Estas variaciones anuales de la radiación solar se representan de manera gráfica en el gráfico nº 3.



**Gráfica 3: Tendencia de la Radiación Solar en el emplazamiento. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

## 2.7. ESTADO HIGROMÉTRICO DEL AIRE.

En este apartado del estudio climático se va a estudiar la humedad relativa del ambiente del emplazamiento. A continuación se presenta una tabla a modo de resumen de los valores de humedad relativa a lo largo de un año tipo representativo de la serie climática 2000-2014.

En la tabla 13 puede verse como la humedad relativa media va disminuyendo a lo largo que avanza el año hasta los meses de julio y agosto con 43,25 y 45,55 % respectivamente, donde se registran sus valores mínimos, desde este punto vuelve aumentar hasta alcanzar en diciembre un valor semejante al máximo, enero con un 73,42%. En esta tabla también se refleja la humedad media horaria mensual, la cual sigue la tendencia de la humedad relativa pero tomando unos valores algo mayores. También se incluyen los datos de humedad máxima, registrada en diciembre con un valor de 95,22%, y el valor de la humedad mínima, registrada en agosto con un valor de 14,25%.

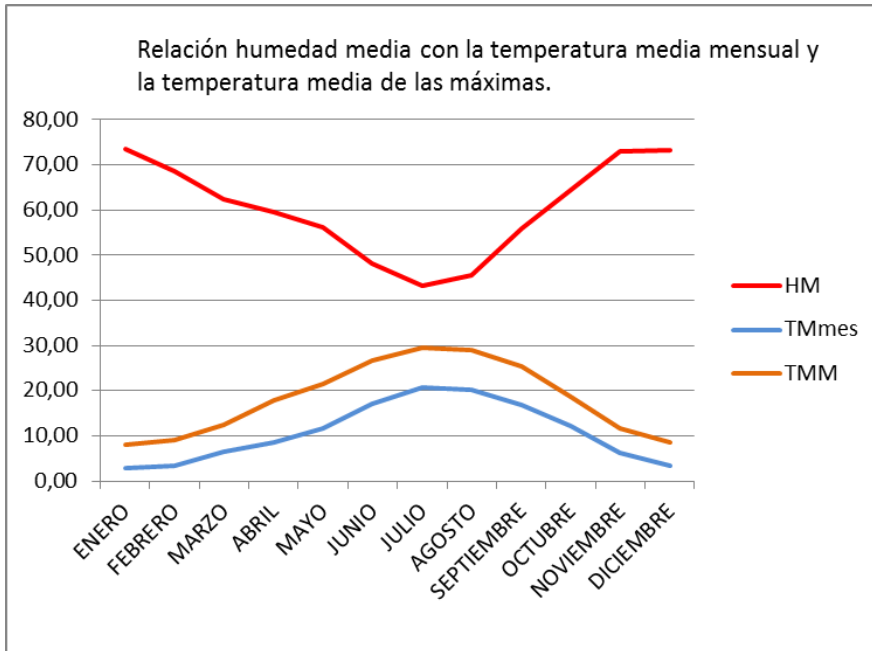
**Tabla 13: Valores del estado higrométrico del aire en el emplazamiento. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

|            | HM    | HMH   | HMAX  | HMIN  |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| ENERO      | 73,42 | 77,00 | 94,50 | 26,25 |
| FEBRERO    | 68,56 | 72,33 | 94,78 | 24,22 |
| MARZO      | 62,45 | 66,45 | 94,60 | 19,10 |
| ABRIL      | 59,55 | 64,60 | 94,40 | 20,30 |
| MAYO       | 56,22 | 63,38 | 94,63 | 19,44 |
| JUNIO      | 48,11 | 55,75 | 93,13 | 18,56 |
| JULIO      | 43,25 | 50,57 | 92,14 | 16,86 |
| AGOSTO     | 45,55 | 50,33 | 93,13 | 14,25 |
| SEPTIEMBRE | 55,90 | 61,63 | 94,56 | 17,25 |
| OCTUBRE    | 64,40 | 68,67 | 95,11 | 18,44 |
| NOVIEMBRE  | 72,92 | 78,00 | 95,20 | 30,40 |
| DICIEMBRE  | 73,20 | 75,88 | 95,22 | 26,13 |

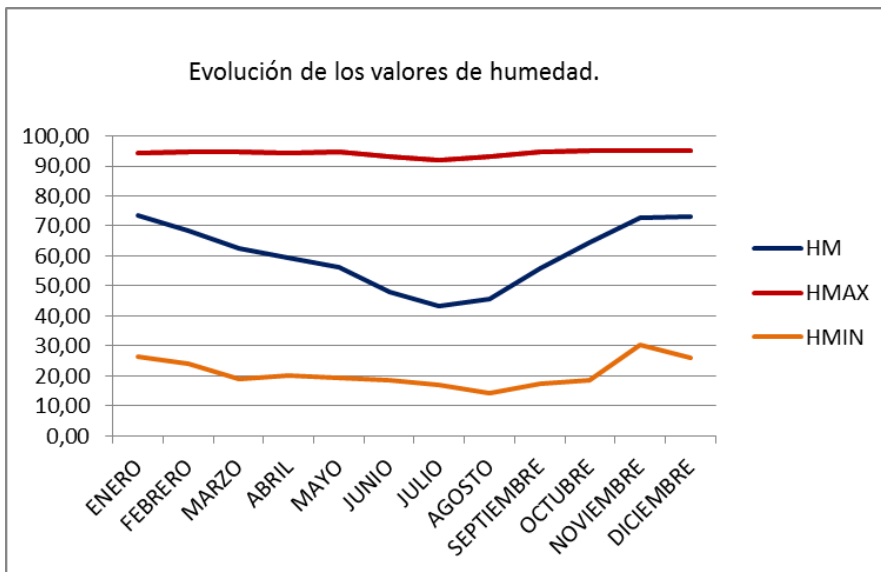
Dónde:

- HM: Humedad media mensual.
- HMH: Humedad media horaria mensual.
- HMAX: Humedad máxima absoluta mensual.
- HMIN: Humedad mínima absoluta mensual.

Es destacable la evolución opuesta entre la temperatura (tabla 1) y la humedad, registrando los menores valores de humedad en los momentos de mayores temperaturas, es decir, durante los meses de verano. Atendiendo a los meses de julio y agosto, las humedades son del 43,25 y 45,25% mientras que las temperaturas son de 20,73 y 20,24°C respectivamente. La variación a lo largo del año de estas dos variables se representa en la gráfica 4. En la época invernal ocurre lo mismo pero en sentido contrario, se dan humedades máximas, las más elevadas, y la temperatura es muy baja. Esta variación anual de la humedad se representa en la gráfica 5.



**Gráfica 4: Relación existente entre los parámetros de humedad, temperatura media y temperatura media de las máximas a lo largo del año. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**



**Gráfica 5: Variación anual de la humedad en el emplazamiento. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

Estos valores obtenidos de humedad relativa, en conjunto con la temperatura serán determinantes para establecer el riesgo de ataques de plagas y de enfermedades fúngicas, especialmente durante los meses de primavera y verano. También es un dato importante ya que la disminución de este índice hace aumentar la evapotranspiración de la planta, de manera que si en esta situación el nivel de agua en el suelo es bajo puede darse asurado o golpe de calor, lo que deprecia mucho el fruto.

## **2.8. EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN.**

Para el cálculo de la evapotranspiración se van a utilizar dos métodos diferentes, el de Blanney-Criddle y también se calculará mediante el método de T8.8hornhwaite.

### **2.8.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN SEGÚN BLANNEY-CRIDDLE.**

Se utiliza el método de Blanney-Criddle debido a que utiliza pocos datos meteorológicos para el cálculo de las necesidades de agua de los cultivos. En este método se recurre a la temperatura media en °C y al porcentaje de insolación. De esta manera se obtiene el factor de uso consuntivo o también llamado evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>). Esta evapotranspiración de referencia se basa en un cultivo de referencia: “Extensa pradera de gramíneas en crecimiento activo, de altura uniforme entre 8 y 15 cm, que sombrea completamente el suelo, libre de plagas y enfermedades y nunca escasa de agua y nutrientes” Doorenbos y Pruitt, 1976.

$$f = ET_o = p(0.46t + 8.13)$$

Una vez obtenido la evapotranspiración del cultivo de referencia hay que aplicar un coeficiente de consumo, K<sub>c</sub>; constante para todo el periodo vegetativo o variable según los distintos meses obteniendo de esta manera las necesidades de consumo de agua del cultivo o ETC.

$$ETC = K_c * ET_o$$

El dato de p, porcentaje de horas diurnas durante el periodo escogido se encuentra en la tabla 14, en la cual se toman los datos de la latitud correspondiente al emplazamiento.

**Tabla 14: Valores del porcentaje de horas diurnas en función de la latitud. Fuente: Bases de la producción vegetal.**

| LATITUD<br>NORTE<br>SUR | E   | F   | M   | A   | M   | J   | J   | A   | S   | O   | N   | D   |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                         | J   | A   | S   | O   | N   | D   | E   | F   | M   | A   | M   | J   |
| 60º                     | .15 | .20 | .26 | .32 | .38 | .41 | .40 | .34 | .28 | .22 | .17 | .13 |
| 57º                     | .16 | .21 | .26 | .32 | .37 | .40 | .39 | .34 | .28 | .23 | .18 | .15 |
| 56º                     | .17 | .21 | .26 | .32 | .36 | .39 | .38 | .33 | .28 | .23 | .18 | .16 |
| 54º                     | .18 | .22 | .26 | .31 | .36 | .38 | .37 | .33 | .28 | .23 | .19 | .17 |
| 52º                     | .19 | .22 | .27 | .31 | .35 | .37 | .36 | .33 | .28 | .24 | .20 | .17 |
| 50º                     | .19 | .23 | .27 | .31 | .34 | .36 | .35 | .32 | .28 | .24 | .20 | .18 |
| 48º                     | .20 | .23 | .27 | .31 | .34 | .36 | .35 | .32 | .28 | .24 | .21 | .19 |
| 46º                     | .20 | .23 | .27 | .30 | .34 | .35 | .34 | .32 | .28 | .24 | .21 | .20 |
| 44º                     | .21 | .24 | .27 | .30 | .33 | .35 | .34 | .31 | .28 | .25 | .22 | .20 |
| 42º                     | .21 | .24 | .27 | .30 | .33 | .34 | .33 | .31 | .28 | .25 | .22 | .21 |
| 40º                     | .22 | .24 | .27 | .30 | .32 | .34 | .33 | .31 | .28 | .25 | .22 | .21 |
| 35º                     | .23 | .25 | .27 | .29 | .31 | .32 | .32 | .30 | .28 | .25 | .23 | .22 |
| 30º                     | .24 | .25 | .27 | .29 | .31 | .32 | .31 | .30 | .28 | .26 | .24 | .23 |
| 25º                     | .24 | .26 | .27 | .29 | .30 | .31 | .31 | .29 | .28 | .26 | .25 | .24 |
| 20º                     | .25 | .26 | .27 | .28 | .29 | .30 | .30 | .29 | .28 | .26 | .25 | .25 |
| 15º                     | .26 | .26 | .27 | .28 | .29 | .29 | .29 | .28 | .28 | .27 | .26 | .25 |
| 10                      | .26 | .27 | .27 | .28 | .28 | .29 | .29 | .28 | .28 | .27 | .26 | .26 |
| 5º                      | .27 | .27 | .27 | .28 | .28 | .28 | .28 | .28 | .28 | .27 | .27 | .27 |
| 0º                      | .27 | .27 | .27 | .27 | .27 | .27 | .27 | .27 | .27 | .27 | .27 | .27 |

Todos estos cálculos se encuentran resumidos en la tabla 16, en la cual ya se han incluido los valores de  $K_c$  del pistacho, los cuales se encuentran en la siguiente tabla.

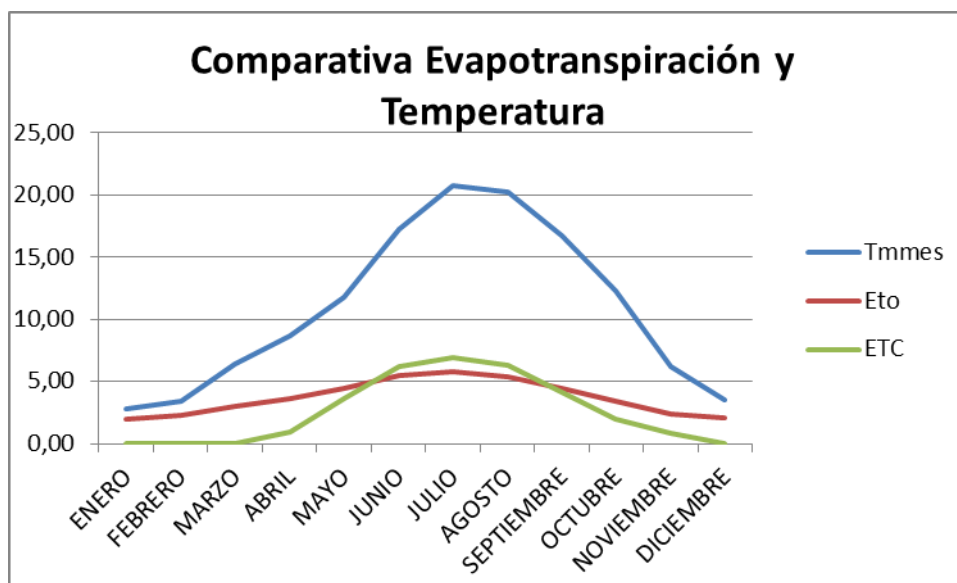
**Tabla 15: Valores de  $K_c$  para el pistacho. Fuente: "Fenología en cultivos leñosos: Riego deficitario controlado en olivo y pistachero".**

| MES        | $K_c$    |       |
|------------|----------|-------|
|            | PISTACHO | OLIVO |
| Abril      | 0,25     | 0,65  |
| Mayo       | 0,80     | 0,65  |
| Junio      | 1,13     | 0,60  |
| Julio      | 1,19     | 0,60  |
| Agosto     | 1,16     | 0,60  |
| Septiembre | 0,93     | 0,60  |
| Octubre    | 0,56     | 0,65  |
| Noviembre  | 0,35     | 0,65  |

**Tabla16: Cálculo de la Eto y de la ETC del pistacho en el emplazamiento. Fuente: Elaboración propia.**

|                   | Tmmes | p    | Eto         | Kc Pistacho | ETC        |
|-------------------|-------|------|-------------|-------------|------------|
| <b>ENERO</b>      | 2,81  | 0,21 | 1,979068    | 0           | 0          |
| <b>FEBRERO</b>    | 3,39  | 0,24 | 2,325824    | 0           | 0          |
| <b>MARZO</b>      | 6,41  | 0,27 | 2,991636    | 0           | 0          |
| <b>ABRIL</b>      | 8,65  | 0,3  | 3,63224     | 0,25        | 0,90806    |
| <b>MAYO</b>       | 11,78 | 0,33 | 4,471104    | 0,8         | 3,5768832  |
| <b>JUNIO</b>      | 17,21 | 0,34 | 5,455322667 | 1,13        | 6,16451461 |
| <b>JULIO</b>      | 20,73 | 0,33 | 5,83022     | 1,19        | 6,9379618  |
| <b>AGOSTO</b>     | 20,24 | 0,31 | 5,406524    | 1,16        | 6,27156784 |
| <b>SEPTIEMBRE</b> | 16,73 | 0,28 | 4,431653333 | 0,93        | 4,1214376  |
| <b>OCTUBRE</b>    | 12,25 | 0,25 | 3,440866667 | 0,56        | 1,92688533 |
| <b>NOVIEMBRE</b>  | 6,20  | 0,22 | 2,41604     | 0,35        | 0,845614   |
| <b>DICIEMBRE</b>  | 3,48  | 0,21 | 2,043468    | 0           | 0          |

Como se muestra en la tabla anterior las mayores demandas evapotranspirativas del pistachero, medidas en mm/día, se dan en la época estival, desde el mes de junio hasta septiembre. La demanda de abril es destacable pero menor a la de estos meses. En los meses en que la demanda es 0 se corresponden con los meses de parada vegetativa. Si se compara la evapotranspiración del cultivo de referencia con el cultivo del pistacho puede verse como el primero si tiene valores positivos durante los meses de invierno ya que se encuentra dentro de su ciclo vegetativo, a diferencia del pistacho que se encuentra en parada vegetativa. Durante la época estival ambos valores se aproximan pero no son iguales en ningún momento, excepto en el mes de septiembre donde los valores se aproximan al máximo. Es destacable como la evapotranspiración aumenta a medida que aumenta la temperatura media, por lo tanto estas dos tendencias se reflejan en la gráfica 6 de manera que es más intuitiva su comparación.



**Gráfica 6: Comparativa de los valores de evapotranspiración y temperatura. Fuente: Elaboración propia.**



## 2.8.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN SEGÚN THORNTHWAITTE.

Esta metodología se basa en la utilización de la temperatura media del aire o temperatura media mensual y la iluminación, con lo que se obtiene el valor  $e'$  de la siguiente manera:

$$e' = 16 * \left( \frac{10Tmmes}{I} \right)^a$$

Donde  $e'$  es la evapotranspiración, ETP, sin corregir; es decir la ETP en mm/mes para meses teóricos de 30 días de duración con 12 horas de duración del día. El valor de  $I$  se corresponde con el índice de calor anual resultante de la suma de los doce índice de calor mensual:

$$I = \sum_1^{12} i = \sum_1^{12} \left( \frac{Tmmes}{5} \right)^{1.514}$$

La incógnita  $a$  de la primera ecuación es un factor obtenido mediante la expresión:

$$a = 0.675 * 10^{-6} * I^3 - 0.771 * 10^{-4} * I^2 + 0.1792 * 10^{-1} * I + 0.49239$$

La corrección de  $e'$  para la duración real del mes y del día se lleva a cabo mediante el factor  $L$ , el cual está en función de la latitud y del mes, y cuyo valor se encuentra tabulado en la tabla 17. La fórmula para corregir  $e'$  es la siguiente:

$$e = e' * L$$

**Tabla 17: Coeficientes para la corrección de la ETP debido a la duración media de la luz solar (L). Fuente: Bases de la producción vegetal.**

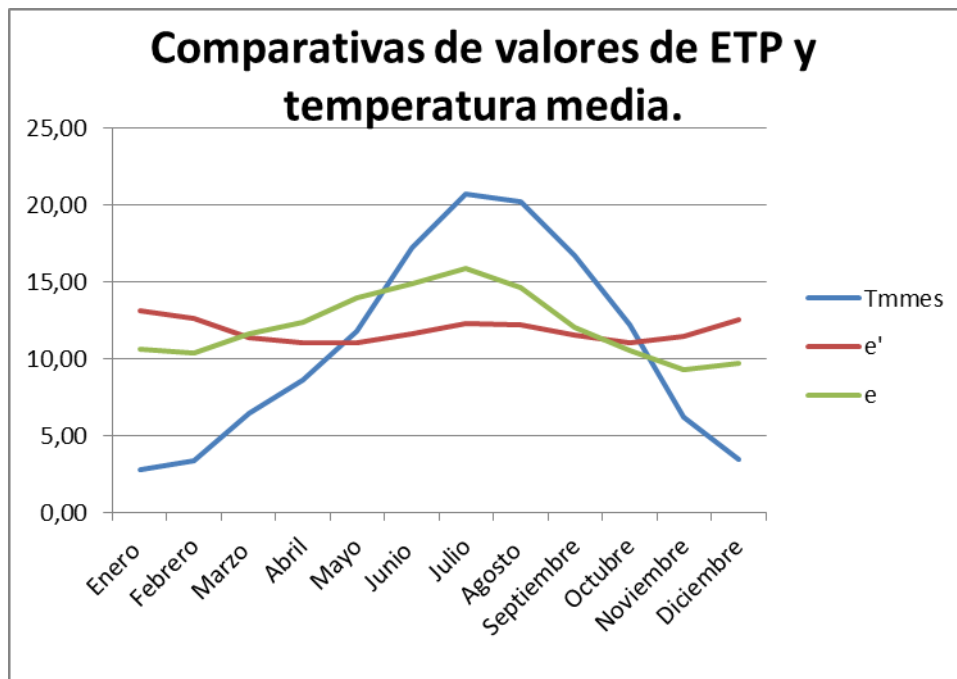
COEFICIENTES PARA LA CORRECCION DE LA ETP DEBIDA A LA DURACION  
MEDIA DE LA LUZ SOLAR (VALOR L DEL METODO DE THORNTHWAITTE)

| LAT.N | E    | F    | M    | A    | M    | J    | J    | A    | S    | O    | N    | D    |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 25Q   | 0.93 | 0.89 | 1.03 | 1.06 | 1.15 | 1.14 | 1.17 | 1.12 | 1.02 | 0.99 | 0.91 | 0.91 |
| 26Q   | 0.92 | 0.88 | 1.03 | 1.06 | 1.15 | 1.15 | 1.17 | 1.12 | 1.02 | 0.99 | 0.91 | 0.91 |
| 27Q   | 0.92 | 0.88 | 1.03 | 1.07 | 1.16 | 1.15 | 1.18 | 1.13 | 1.02 | 0.99 | 0.90 | 0.90 |
| 28Q   | 0.91 | 0.88 | 1.03 | 1.07 | 1.16 | 1.16 | 1.18 | 1.13 | 1.02 | 0.98 | 0.90 | 0.90 |
| 29Q   | 0.91 | 0.87 | 1.03 | 1.07 | 1.17 | 1.16 | 1.19 | 1.13 | 1.03 | 0.98 | 0.90 | 0.89 |
| 30Q   | 0.90 | 0.87 | 1.03 | 1.08 | 1.18 | 1.17 | 1.20 | 1.14 | 1.03 | 0.98 | 0.89 | 0.88 |
| 31Q   | 0.90 | 0.87 | 1.03 | 1.08 | 1.18 | 1.18 | 1.20 | 1.14 | 1.03 | 0.98 | 0.89 | 0.88 |
| 32Q   | 0.89 | 0.86 | 1.03 | 1.08 | 1.19 | 1.19 | 1.21 | 1.15 | 1.03 | 0.98 | 0.88 | 0.87 |
| 33Q   | 0.88 | 0.86 | 1.03 | 1.09 | 1.19 | 1.20 | 1.22 | 1.15 | 1.03 | 0.97 | 0.88 | 0.86 |
| 34Q   | 0.88 | 0.85 | 1.03 | 1.09 | 1.20 | 1.20 | 1.22 | 1.16 | 1.03 | 0.97 | 0.87 | 0.86 |
| 35Q   | 0.87 | 0.85 | 1.03 | 1.09 | 1.21 | 1.21 | 1.23 | 1.16 | 1.03 | 0.97 | 0.86 | 0.85 |
| 36Q   | 0.87 | 0.85 | 1.03 | 1.10 | 1.21 | 1.22 | 1.24 | 1.16 | 1.03 | 0.97 | 0.86 | 0.84 |
| 37Q   | 0.86 | 0.84 | 1.03 | 1.10 | 1.22 | 1.23 | 1.25 | 1.17 | 1.03 | 0.97 | 0.85 | 0.83 |
| 38Q   | 0.85 | 0.84 | 1.03 | 1.10 | 1.23 | 1.24 | 1.25 | 1.17 | 1.04 | 0.96 | 0.84 | 0.83 |
| 39Q   | 0.85 | 0.84 | 1.03 | 1.11 | 1.23 | 1.24 | 1.26 | 1.18 | 1.04 | 0.96 | 0.84 | 0.82 |
| 40Q   | 0.84 | 0.83 | 1.03 | 1.11 | 1.24 | 1.25 | 1.27 | 1.18 | 1.04 | 0.96 | 0.83 | 0.81 |
| 41Q   | 0.83 | 0.83 | 1.03 | 1.11 | 1.25 | 1.26 | 1.27 | 1.19 | 1.04 | 0.96 | 0.82 | 0.80 |
| 42Q   | 0.81 | 0.82 | 1.02 | 1.12 | 1.26 | 1.28 | 1.29 | 1.20 | 1.04 | 0.95 | 0.81 | 0.77 |
| 43Q   | 0.81 | 0.82 | 1.02 | 1.12 | 1.26 | 1.28 | 1.29 | 1.20 | 1.04 | 0.95 | 0.81 | 0.77 |
| 44Q   | 0.81 | 0.82 | 1.02 | 1.13 | 1.27 | 1.29 | 1.30 | 1.20 | 1.04 | 0.95 | 0.80 | 0.76 |
| 45Q   | 0.80 | 0.81 | 1.02 | 1.13 | 1.28 | 1.29 | 1.31 | 1.21 | 1.04 | 0.94 | 0.79 | 0.75 |

Con las fórmulas y los datos anteriormente citados se ha creado una tabla en la que aparece el valor de la ETP con la corrección hecha. En la presente puede observarse como de nuevo los mayores valores se encuentran entre los meses de junio y agosto, coincidiendo de nuevo con los meses de mayor temperatura media; durante el resto del año toma unos valores más constantes, esto se representa en la gráfica 7.

**Tabla 18: Cálculo de la ETP según el método de Thornthwaite. Fuente: Elaboración propia.**

|                   | Tmmes | I          | e'          | a           | L    | e          |
|-------------------|-------|------------|-------------|-------------|------|------------|
| <b>Enero</b>      | 2,81  | 0,41867815 | 13,10854446 | 0,499870873 | 0,81 | 10,617921  |
| <b>Febrero</b>    | 3,39  | 0,55606808 | 12,61860738 | 0,502319895 | 0,82 | 10,3472581 |
| <b>Marzo</b>      | 6,41  | 1,45775422 | 11,3744442  | 0,51832205  | 1,02 | 11,6019331 |
| <b>Abril</b>      | 8,65  | 2,29165043 | 11,07957158 | 0,533013763 | 1,12 | 12,4091202 |
| <b>Mayo</b>       | 11,78 | 3,65993509 | 11,05979918 | 0,556903166 | 1,26 | 13,935347  |
| <b>Junio</b>      | 17,21 | 6,49537585 | 11,63937439 | 0,605589362 | 1,28 | 14,8983992 |
| <b>Julio</b>      | 20,73 | 8,61383357 | 12,3038864  | 0,641288358 | 1,29 | 15,8720134 |
| <b>Agosto</b>     | 20,24 | 8,30543001 | 12,19915253 | 0,63612554  | 1,2  | 14,638983  |
| <b>Septiembre</b> | 16,73 | 6,22677627 | 11,56574272 | 0,601022881 | 1,04 | 12,0283724 |
| <b>Octubre</b>    | 12,25 | 3,8816691  | 11,08366479 | 0,560749662 | 0,95 | 10,5294815 |
| <b>Noviembre</b>  | 6,20  | 1,38497021 | 11,42140032 | 0,517034871 | 0,81 | 9,25133426 |
| <b>Diciembre</b>  | 3,48  | 0,57771067 | 12,55653181 | 0,502705419 | 0,77 | 9,6685295  |



**Gráfica 7: Comparativa ETP y temperatura media según el método de Thornthwaite.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

## 2.9. VIENTOS.

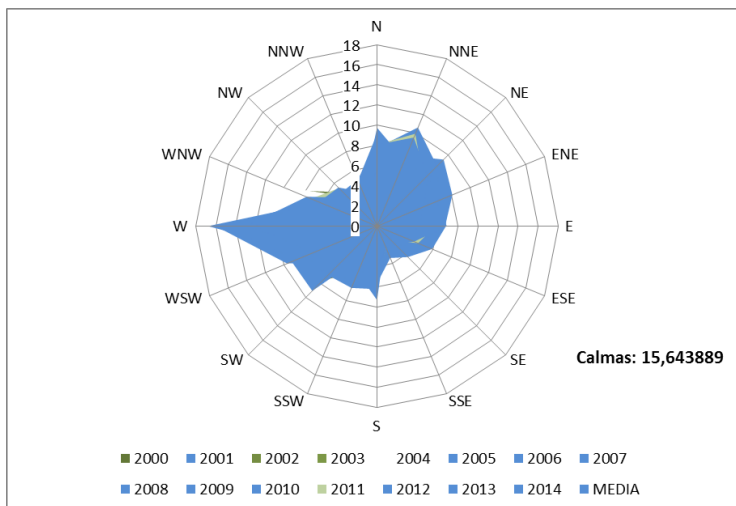
De cara al cultivo del pistacho lo más importante es determinar las direcciones predominantes del viento, así como la velocidad media y las rachas. Es importante el viento ya que estamos ante una especie de polinización anemófila, por lo que si necesita un suave movimiento del viento. Al igual que anteriormente para tratar la serie climática de datos se ha establecido un "año tipo". La velocidad media del viento durante este año es poco variable manteniéndose entre valores 8,6 y 12,27 km/h durante todo el año, como se muestra en la tabla 19.

**Tabla 19: Velocidad media del viento en km/h en el emplazamiento. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

|                   | V media |
|-------------------|---------|
| <b>Enero</b>      | 10,67   |
| <b>Febrero</b>    | 10,47   |
| <b>Marzo</b>      | 12,27   |
| <b>Abril</b>      | 8,60    |
| <b>Mayo</b>       | 9,30    |
| <b>Junio</b>      | 10,80   |
| <b>Julio</b>      | 10,64   |
| <b>Agosto</b>     | 10,29   |
| <b>Septiembre</b> | 9,53    |
| <b>Octubre</b>    | 9,67    |
| <b>Noviembre</b>  | 10,93   |
| <b>Diciembre</b>  | 9,93    |

Cabe destacar que durante los meses de primavera, momento en que se produce la polinización la velocidad del viento no es excesiva como para impedirla, además favorecerá el movimiento de las masas de aire, evitando o disminuyendo el riesgo de heladas.

Para establecer las direcciones predominantes del viento en este emplazamiento así como sus velocidades se ha desarrollado una rosa de los vientos. En ella se puede ver como la dirección de viento predominante es la Oeste; seguida de la dirección suroeste, norte, noreste y sur. Se obtienen un 15,64% de tiempo en calma en el emplazamiento. Esta rosa de los vientos será útil para la ubicación de los árboles masculinos encargados de polinizar a los arboles femeninos.



**Gráfica 8: Rosa de los vientos del emplazamiento. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

### 3. OTROS DATOS DE INTERÉS CLIMÁTICO.

Dentro de este apartado se hace referencia a otros datos del clima tales como los días de nieve, granizo, niebla, rocío y escarcha.

La nieve es un agente climático beneficioso para el árbol ya que actúa protegiéndolo frente a las heladas, así como aportando agua al suelo sin arrastre de elementos y con menor erosión que el agua de lluvia. Hay que tener en cuenta las nevadas ya que de ser importantes pueden ocasionar daños en las ramas. Los días de nieve establecidos para el año tipo del emplazamiento suman un total de 21 días de nieve, repartidos principalmente entre diciembre, enero, febrero y marzo. Entre los meses de abril y octubre los días de nieve son mínimos. Estos datos, al igual que los de las demás variables se encuentran en la tabla 20.

El granizo es otro fenómeno a tener en cuenta, su efecto es meramente perjudicial debido a los daños que causa por impacto, ya sea en el fruto una vez cuajado pudiendo tirarlo al igual que la flor; o en cualquier momento causando lesiones al árbol. Se registran un total de 7 días de granizo repartidos entre marzo y septiembre, coincidiendo con la época del ciclo vegetativo del pistacho. Este será un factor a tener en cuenta a lo largo del proyecto.

La escarcha es un fenómeno meteorológico por el cual se forma una capa de agua helada sobre la superficie debido a que la temperatura de la tierra es menor a 0°C. Durante el año tipo se registran un total de 47 días de escarcha, los cuales se reparten principalmente entre los meses de noviembre y abril.

El rocío es un fenómeno similar a la escarcha formado por el enfriamiento del aire y de la superficie terrestre hasta que el aire alcanza la saturación. A lo largo de este año se establecen 99 días de rocío repartidos a lo largo de todo el año, pero principalmente entre los meses de mayo y septiembre.

La niebla es un fenómeno típico de los meses fríos, se produce al encontrarse la capa en contacto con la superficie con una gran humedad relativa. Hay un total de 23 días de niebla repartidos durante los meses más fríos, entre octubre y marzo principalmente.

Los días de tormenta se dan principalmente en la época estival, debido a las tormentas de verano las cuales descargan una gran cantidad de agua en superficie en poco tiempo. Hay un total de 22 días de tormenta, repartidos principalmente en los meses de verano.

**Tabla 20: Otros datos climáticos de interés. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.**

|                    | Nº días de nieve | Nº días de granizo | Nº días de escarcha | Nº días de niebla | Nº días de tormenta | Nº días de rocío |
|--------------------|------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| Enero              | 4,67             | 0,13               | 9,93                | 4,93              | 0,000               | 4,00             |
| Febrero            | 4,20             | 0,33               | 9,13                | 2,07              | 0,067               | 2,93             |
| Marzo              | 3,40             | 0,40               | 5,80                | 1,27              | 0,333               | 5,53             |
| Abril              | 1,93             | 1,43               | 2,50                | 1,21              | 1,500               | 8,43             |
| Mayo               | 0,07             | 1,71               | 0,43                | 1,71              | 3,929               | 11,79            |
| Junio              | 0,00             | 1,07               | 0,00                | 0,57              | 4,500               | 11,86            |
| Julio              | 0,00             | 0,43               | 0,00                | 0,14              | 3,714               | 9,43             |
| Agosto             | 0,00             | 0,57               | 0,00                | 0,29              | 4,429               | 10,93            |
| Septiembre         | 0,00             | 0,36               | 0,14                | 1,14              | 2,714               | 13,36            |
| Octubre            | 0,14             | 0,07               | 1,14                | 2,36              | 0,571               | 12,57            |
| Noviembre          | 2,57             | 0,07               | 6,14                | 2,71              | 0,000               | 5,29             |
| Diciembre          | 4,00             | 0,00               | 11,36               | 4,29              | 0,071               | 2,79             |
| <b>TOTAL ANUAL</b> | <b>21,0</b>      | <b>7</b>           | <b>47</b>           | <b>23</b>         | <b>22</b>           | <b>99</b>        |

## 4. CLASIFICACIÓN DEL CLIMA EN EL EMPLAZAMIENTO.

### 4.1. CLASIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA DE UNESCO-FAO.

Para llevar a cabo la clasificación del clima según UNESCO-FAO hay que tener en cuenta unos factores esenciales que han sido calculados previamente en este estudio: temperatura; precipitación y número de días de lluvia; y el estado higrométrico del aire, niebla, rocío y escarcha. Todos estos datos del clima se utilizan en conjunto para determinar los periodos en los que existe una influencia, bien positiva o negativa, sobre la vegetación. Principalmente periodos cálidos, fríos, secos y húmedos.

Se establecerá por lo tanto:

- Mes cálido: aquel o aquellos en los cuales la temperatura media es mayor a 20°C y no hay riesgo de helada. Se establece también el periodo cálido, como la sucesión de meses cálidos.
- Mes frío: Aquel mes o meses en los que la temperatura media es menor a 0°C, la sucesión de estos meses se denomina periodo frío.
- Mes seco: Es aquel en que la precipitación en mm es igual o inferior al doble de la temperatura en °C. la sucesión de varios meses secos se denomina periodo seco.  

$$P \text{ (mm)} < 2t \text{ (}^\circ\text{C)}$$
- Mes húmedo: Es el mes en el que la precipitación es mayor al doble de la temperatura. A varios meses sucesivos húmedos se le conoce como periodo húmedo.
- Mes subseco: Es aquel mes en el que la precipitación se encuentra entre el doble y el triple de la temperatura, es decir  $2t < P < 3t$ .

De esta manera se obtienen como meses cálidos los meses de julio y agosto, con 20,73 y 20,24°C respectivamente, por lo tanto el periodo cálido comprende los meses de julio y agosto. En cuanto a meses fríos no se registra ningún mes con temperatura menor a 0°C por lo que no existen. Los meses secos de este año tipo son junio, julio, agosto y septiembre, y por lo tanto el periodo cálido es el comprendido entre junio y

septiembre. Mayo y octubre constituyen los meses subsecos, por lo que el periodo subseco será el comprendido entre estos dos meses.

La primera división dentro de esta clasificación tiene un fundamento de orden térmico, en función de la temperatura media mensual, y se distinguen tres grupos, los cuales se representan en la tabla 21. Al analizar la temperatura media mensual y ver que es positiva la curva durante todo el año nuestro emplazamiento se incluirá en el grupo I: Temperatura media mensual superior a 0°C. Como la temperatura media de las mínimas es de 4,59°C, estaremos en un clima templado.

**Tabla 21: Clasificación según la temperatura para la clasificación agroclimática UNESCO-FAO. Fuente: Bases de la producción vegetal.**

|                                                                                     |                                                         |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------|
| GRUPO I. Temperatura media mensual superior a 0 °C ( $\bar{t} > 0 \text{ °C}$ )     | Si $\bar{t}(\text{fr}) > 15 \text{ °C}$                 | CALIDO          |
|                                                                                     | Si $15 \text{ °C} > \bar{t}(\text{fr}) > 10 \text{ °C}$ | TEMPLADO CALIDO |
|                                                                                     | Si $10 \text{ °C} > \bar{t}(\text{fr}) > 0 \text{ °C}$  | TEMPLADO        |
| GRUPO II. Temperatura media mensual inferior a 0 °C algún periodo del año (no todo) | Si $0 \text{ °C} > \bar{t}(\text{fr}) > -5 \text{ °C}$  | TEMPLADO FRIO   |
|                                                                                     | Si $-5 \text{ °C} > \bar{t}(\text{fr})$                 | FRIO            |
| GRUPO III. Temperatura media mensual inferior a 0 °C en todos los meses del año     |                                                         | GLACIAR         |

Dentro de esta clasificación es el carácter invierno el que define la variedad de clima, estableciéndose los siguientes límites en función de la temperatura media de mínimas del mes más frío, enero con -2,71°C:

- Si esta temperatura es mayor a 11°C: sin invierno.
- Si la temperatura está entre 7°C y 11°C: invierno cálido.
- Si la temperatura está entre 7°C y 3°C: invierno suave.
- Si la temperatura está entre 3ª y -1°C: invierno moderado.
- Si la temperatura está entre -1°C y -5°C: invierno frío.
- Si la temperatura es menor que -5°C: invierno muy frío.

De esta manera se puede concluir con que nos encontramos con un invierno frío.

A continuación se lleva a cabo la clasificación en función de la sequía, denominándose climas xéricos aquellos que tienen un periodo de sequía, bixéricos los que tienen dos y axéricos los que no tienen meses secos. En los climas xéricos cabe distinguir la mayor o menor amplitud del periodo de sequía. De esta manera el clima estudiado pertenece al Grupo I: Climas cálidos, templado cálidos y templados, como se justifica al principio del apartado. Dentro de este grupo se considera "Mediterráneo" ya que el periodo seco coincide con la estación cálida y tiene una duración entre 1 y 8 meses, en nuestro caso cuatro meses, de junio a septiembre.

## 4.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE PAPADAKIS.

Esta clasificación utiliza las diferentes variables meteorológicas en sus valores más extremos ya que de esta manera toman valores más representativos y limitantes para los cultivos, con lo que se puede ver la repuesta de los vegetales ante estas condiciones.

Papadakis se centró en las variables del clima que mayor influencia tienen sobre las especies vegetales, como son datos de temperatura y de precipitación. Los datos de temperatura utilizados para clasificar el clima son la temperatura media de las máximas, la temperatura media de las mínimas y la temperatura media, mientras que los datos de precipitación son las precipitaciones mensuales acumuladas.

Una vez recopilados los datos de temperatura necesarios y utilizando la tabla 21 se puede afirmar que la clasificación según el tipo de invierno es “Avena fresco”. Según la tabla 22 se establece un tipo de verano “Triticum menos cálido”. Con estos dos tipos obtenidos se relacionan mediante equivalencia como se muestra en la tabla 23, obteniendo un régimen térmico del tipo “patagoniano”.

**Tabla 21: Clasificación por tipo de invierno de Papadakis. Fuente: Ministerio de agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA).**

| TIPO              | TEMP.MEDIA DE LAS<br>MINIMAS ABSOLUTAS<br>DEL MES MAS FRIO | TEMP.MEDIA DE LAS<br>MINIMAS DEL MES<br>MAS FRIO | TEMP.MEDIA DE LAS<br>MAXIMAS DEL MES<br>MAS FRIO |
|-------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Ecuatorial</b> |                                                            |                                                  |                                                  |
| Ec                | mayor de 7°                                                | mayor de 18°                                     | ---                                              |
| <b>Tropical</b>   |                                                            |                                                  |                                                  |
| Tp (cálido)       | id                                                         | 13 a 18°                                         | mayor de 21°                                     |
| tP (medio)        | id                                                         | 8 a 13°                                          | id                                               |
| tp (fresco)       | id                                                         | ---                                              | menor de 21°                                     |
| <b>Citrus</b>     |                                                            |                                                  |                                                  |
| Ct (tropical)     | 7 a -2'5°                                                  | mayor de 8°                                      | mayor de 21°                                     |
| Ci                | id                                                         | ---                                              | 10 a 21°                                         |
| <b>Avena</b>      |                                                            |                                                  |                                                  |
| Av (cálido)       | -2'5 a -10°                                                | mayor de -4°                                     | mayor de 10°                                     |
| av (fresco)       | mayor de -10°                                              | ---                                              | 5 a 10°                                          |
| <b>Triticum</b>   |                                                            |                                                  |                                                  |
| Tv (trigo-avena)  | -10° a -29°                                                | ---                                              | mayor de 5°                                      |
| Ti (cálido)       | mayor de -29°                                              | ---                                              | 0 a 5°                                           |
| ti (fresco)       | id                                                         | ---                                              | menor de 0°                                      |
| <b>Primavera</b>  |                                                            |                                                  |                                                  |
| Pr (más cálido)   | menor de -29°                                              | ---                                              | mayor de -17'8°                                  |
| pr (más fresco)   | id                                                         | ---                                              | menor de -17'8°                                  |



**Tabla 22: Clasificación por tipo de verano según Papadakis. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.**

| TIPO                           | DURACION DE LA ESTACION LIBRE DE HELADAS (MINIMA DISPONIBLE O MEDIA), EN MESES | MEDIA DE LAS MAXIMAS DE LOS n MESES MAS CALIDOS | MEDIA DE LAS MAXIMAS DEL MES MAS CALIDO | MEDIA DE LAS MINIMAS MAS CALIDAS | MEDIA DE LAS MINIMAS DE LOS DOS MESES MAS CALIDOS |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Gossypium</b><br>(algodón)  |                                                                                |                                                 |                                         |                                  |                                                   |
| G (más cálido)                 | mínima >45                                                                     | > 25° n= 6                                      | > 33'5°                                 |                                  |                                                   |
| g (menos cálido)               | id                                                                             | id                                              | < 33'5°                                 | > 20°                            |                                                   |
| <b>Cafeto c</b>                |                                                                                |                                                 |                                         |                                  |                                                   |
|                                | mínima 12                                                                      | > 21° n= 6                                      | id                                      | < 20°                            |                                                   |
| <b>Oryza</b><br>(arroz)        |                                                                                |                                                 |                                         |                                  |                                                   |
| O <sup>1</sup>                 | mínima >4                                                                      | 21° a 25° n= 6                                  |                                         |                                  |                                                   |
| <b>Maíz</b>                    |                                                                                |                                                 |                                         |                                  |                                                   |
| M <sup>2</sup>                 | disponible >45                                                                 | > 21° n=6                                       |                                         |                                  |                                                   |
| <b>Triticum</b>                |                                                                                |                                                 |                                         |                                  |                                                   |
| T (más cálido)                 | id                                                                             | < 21° n=6                                       |                                         |                                  |                                                   |
| t (menos cálido)               | disponible                                                                     | > 17° n=4                                       |                                         |                                  |                                                   |
|                                | 25 a 45                                                                        |                                                 |                                         |                                  |                                                   |
| <b>Polar cálido</b><br>(taiga) |                                                                                |                                                 |                                         |                                  |                                                   |
| P                              | disponible < 25                                                                | > 10° n=4                                       |                                         |                                  | > 5°                                              |
| <b>Polar frio</b><br>(tundra)  |                                                                                |                                                 |                                         |                                  |                                                   |
| p <sup>3</sup>                 | id                                                                             | > 6° n=2                                        |                                         |                                  |                                                   |
| <b>Frigido</b>                 |                                                                                |                                                 |                                         |                                  |                                                   |
| F (desértico subglacial)       |                                                                                | < 6° n=2                                        | > 0°                                    |                                  |                                                   |
| f (helada permanente)          |                                                                                |                                                 | < 0°                                    |                                  |                                                   |
| <b>Andino-alpino</b>           |                                                                                |                                                 |                                         |                                  |                                                   |
| A <sup>3</sup> (alpino bajo)   | disponible <25<br>media >1                                                     | > 10° n=4                                       |                                         |                                  |                                                   |

**Tabla 23: Clasificación del régimen térmico por la relación entre el tipo de invierno y verano según Papadakis. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.**

| REGIMEN TERMICO                | TIPO DE INVIERNO | TIPO DE VERANO |
|--------------------------------|------------------|----------------|
| <b>Templado</b>                |                  |                |
| TE (cálido) (3)                | av, Av           | M              |
| Te (fresco) (3)                | ti, Ti           | T              |
| te (frío) (3)                  | ti, Ti           | t              |
| <b>Pampeano-Patagoniano</b>    |                  |                |
| PA (pampeano) (3), (5)         | Av               | M              |
| Pa (patagoniano) (3)           | Tv, av, Av       | t              |
| pa (patagoniano frío) (3), (6) | Ti, av, Tv       | P              |
| <b>Continental</b>             |                  |                |
| CO (cálido) (7)                | Av o más frío    | g, G           |
| Co (semicálido)                | Ti o más frío    | M, O           |
| co (frío)                      | pr, Pr           | t              |
| <b>Polar</b>                   |                  |                |
| Po (taiga)                     | ti o más frío    | P              |
| po (tundra)                    | id               | p              |
| Fr (desértico subglacial)      | id               | F              |
| fr (hielo permanente)          | id               | f              |
| <b>Alpino</b>                  |                  |                |
| Al (bajo) (3)                  | Pr, Ti, ti       | A              |
| al (alto) (3)                  | id               | a              |

**Tabla 24: Clasificación según los regímenes de humedad según Papadakis. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.**

| REGIMENES DE HUMEDAD Y SU DEFINICION<br>(Papadakis) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Regímenes fundamentales</b>                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| HU, Hu (húmedo)                                     | No hay ningún mes seco. Índice de humedad anual mayor de 1. $L_n$ (agua de lavado) mayor del 20 por 100 de la ETP anual.                                                                                                                                                                                     |
| ME, Me, me (mediterráneo)                           | Ni húmedo ni desértico; $P_{invernal}$ mayor que $P_{estival}$ . Si el verano es G julio deberá ser seco. Latitud mayor que 20°, en caso contrario monzónico.                                                                                                                                                |
| MO, Mo, mo (monzónico)                              | Ni húmedo ni desértico. Índices de humedad jul-agosto mayor que abril-mayo. Julio o agosto deberán ser húmedos si lo son dos meses de invierno, julio o agosto deberán ser húmedos o intermedios (no secos) si lo son dos meses de invierno, en caso contrario el régimen es de estepa o isohigro-semiárido. |
| St (estepario)                                      | Ni mediterráneo ni monzónico ni húmedo. Primavera no seca (la precip. combinada de los 3 meses de primavera cubre más de la mitad de la ETP correspondiente). Latitud mayor de 20°, en caso contrario el régimen es monzónico.                                                                               |
| da, de, di, do (desértico)                          | Todos los meses con temperaturas medias de las máximas mayores de 15° son secos. Índice anual de humedad menor de 0'22.                                                                                                                                                                                      |
| si (isohigro-semiárido)                             | Demasiado seco para estepario, demasiado húmedo para desértico. Ni mediterráneo ni monzónico.                                                                                                                                                                                                                |

La clasificación de papadakis diferencia también el clima en función de los regímenes de humedad, los cuales se representan en la tabla 24. Según estas definiciones podemos afirmar que el clima estudiado es “estepario” ya que la primavera no es seca y la precipitación combinada de estos meses cubre más de la mitad de la ETP, además la latitud es mayor a 20°.

A modo de resumen se puede clasificar el clima del emplazamiento como: Tipo de invierno “*avena fresco*”; tipo de verano “*triticum menos cálido*”; régimen térmico “patagoniano”; y régimen de humedad “*estepario*”.

## **5. CONSECUENCIAS AGRONÓMICAS DEL CLIMA.**

Este apartado del anejo se desarrolla a modo de conclusión final, es decir para evaluar la influencia del clima sobre esta especie. Para ello se estudian dos periodos: el de actividad vegetativa y el periodo de reposo invernal; por lo tanto los parámetros más importantes serán las temperaturas y las precipitaciones.

### **5.1. TEMPERATURA.**

Tras analizar la serie climática puede determinarse que cualquier cultivo que se implante en la zona ha de poder soportar las temperaturas máximas y mínimas mensuales correspondientes a los meses de julio y enero, 34,2 °C y -10,19°C respectivamente. Esto se ha de tener en cuenta en el caso del cultivo de especies leñosas, ya que permanecerán durante todo el año sobre el suelo; a diferencia de una especie anual que completará su ciclo durante un periodo del año concreto.

En el caso del presente proyecto el pistacho cuenta con una gran resistencia a las bajas temperaturas durante su periodo de reposo invernal, tanto es así que en las zonas de origen como Siria o Afganistán se alcanzan hasta -20 y 30°C. En el emplazamiento estudiado por lo tanto no será un problema debido a que la mínima absoluta se sitúa en -10,19°C.

### **5.2. HELADAS.**

El pistachero es capaz de soportar muy bajas temperaturas, presentando una gran resistencia a heladas durante la época de reposo invernal. Sin embargo las heladas tardías o de primavera son perjudiciales dado que al encontrarse durante el desarrollo floral pueden ocasionar daños y pérdidas de la cosecha.

De esta y tras estudiar el clima del emplazamiento se recurrirá a variedades tardías.

### **5.3. HUMEDAD.**

Los valores obtenidos en este estudio sobre la humedad no son de especial relevancia puesto que los valores de la temporada estival no son elevados, con lo que se disminuye el riesgo de enfermedades criptogámicas.

### **5.4. PLUVIOMETRÍA.**

Los valores de precipitación son de importancia durante el periodo de floración y durante la época estival. Es muy importante que durante la época de floración los niveles de precipitación sean los menores para evitar el lavado del polen, con esta premisa no se considera que sea un factor limitante para la plantación pues no existen unos altos niveles. En cuanto a la precipitación durante la época estival es de menor importancia puesto que es un dato a partir del cual se calculará la dosis de riego a aplicar.

## **5.5. VIENTO.**

Las áreas ventosas son beneficiosas para el cultivo, de esta manera en el caso del proyecto habrá que tener en cuenta la dirección de los vientos dominantes para el diseño de la plantación ya que el polen de los árboles masculinos debe ser transportado por el viento hasta los árboles femeninos.

## **ANEJO III: ESTUDIO EDÁFICO.**

## **ÍNDICE.**

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                                     | 3  |
| 2. TOMA DE MUESTRAS.....                                                 | 3  |
| 3. ANÁLISIS.....                                                         | 4  |
| 3.1. PORCENTAJE DE ELEMENTOS FINOS, COLOR Y PRESENCIA DE CARBONATOS..... | 4  |
| 3.2. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA.....                                    | 6  |
| 3.3. DETERMINACIÓN DE LA POROSIDAD.....                                  | 8  |
| 3.4. DETERMINACIÓN DEL PH Y LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....              | 10 |
| 3.5. DETERMINACIÓN DE CARBONATOS. MÉTODO BERNARD.....                    | 11 |
| 3.6. DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO ASIMILABLE (MÉTODO OLSEN).....            | 13 |
| 3.7. DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE.....                     | 16 |
| 3.8. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CAMBIO CATIÓNICO.....              | 18 |
| 3.9. DETERMINACIÓN DEL NITRÓGENO.....                                    | 19 |
| 3.10. DETERMINACIÓN DEL POTASIO.....                                     | 21 |
| 4. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....                                 | 21 |

## **1. INTRODUCCIÓN.**

En el presente anejo se lleva a cabo el análisis edáfico del terreno sobre el que se va a establecer la plantación. A continuación se explicara cómo se realizó la toma de muestras del terreno así como la metodología seguida para analizar e interpretar los resultados.

Este análisis será importante dado que va a ser el soporte tanto de la plantación como de la construcción. Desde el punto de vista de la plantación el suelo constituye una parte de la estructura que necesitan los vegetales para su correcto desarrollo, desde el soporte físico así como la fuente de aporte de nutrientes durante los años de cultivo.

Por lo tanto se hace necesario la obtención de un buen análisis del suelo para conocer las características del terreno sobre el que se va a llevar a cabo la producción de pistachos así como la construcción de la nave. Una vez obtenidos estos datos se interpretaran y compararan con los valores óptimos de desarrollo de este árbol, y también con los valores necesarios para poder realizar la construcción proyectada. Un buen análisis del suelo permitirá llevar a cabo posibles enmiendas y fertilizaciones necesarias, así como actuaciones para mejorar su estructura.

## **2. TOMA DE MUESTRAS.**

Para la toma de muestras del terreno se acude hasta el lugar concreto, es decir, hasta las parcelas sobre las que se va a llevar a cabo la plantación. Una vez en el terreno se ha de tener en consideración que el suelo no es homogéneo totalmente, por lo que será necesaria la toma de muestras de diferentes puntos de la parcela con el fin de homogeneizar al máximo el terreno. Dado que la parte superficial de la parcela no presenta ninguna característica significativa como puede ser algún afloramiento de roca madre o de capas freáticas altas no se divide el terreno en zonas y se considera como una única entidad.

La toma de muestras del suelo se realizará de la siguiente manera:

- La toma de muestras se realiza al azar por la totalidad del terreno, buscando la toma de muestras de diferentes puntos de la parcela, de manera que se tome una muestra por cada 50 o 100m de recorrido por el interior de la parcela. No se predispone una ubicación exacta del muestreo pero se requiere que se tomen muestras de la mayor parte del terreno, así como de posibles puntos que resulten significativos.
- Una vez determinados los puntos en los que se tomaran las muestras se procederá a la limpieza de la superficie, es decir, retirando posibles piedras, restos vegetales o vegetación existente.
- Una vez se retiran de la superficie los posibles restos que no son de especial relevancia para el análisis se procede a la apertura de un hoyo en forma de V de profundidad variable, entre 20 y 30cm. La apertura de este hoyo se realiza con una azada, un pico y una pala. Una vez

realizada esta operación se extrae con ayuda de las herramientas una parte de tierra del interior. Esta tierra se depositará en bolsas o sacos.

- Se realiza la anterior operación en todos y cada uno de los hoyos, mezclando las diferentes muestras de tierra para llevarlas al laboratorio posteriormente.
- Como también se requiere un análisis de mayor profundidad, se realizan aperturas de 50cm sobre el hoyo anterior, operando de manera similar a la anterior pero con la toma de datos de una profundidad mayor, en torno a 50cm. Esta muestra obtenida se mezcla con la del resto de hoyos pero en una bolsa distinta a las obtenidas en un primer momento. Dado que la muestra obtenida a niveles más profundos guarda mucha similitud con la muestra más superficial se realizará un mezclado para obtener un único valor.

Una vez recogidas las muestras se extienden sobre un plástico, aquí se lleva a cabo un mezclado de la totalidad de la muestra, la eliminación de posibles terrones y de restos vegetales. Con toda la muestra ya extendida se procede a la preparación de las bolsas que serán llevadas al laboratorio para el análisis del suelo, la cantidad a introducir en cada bolsa es de aproximadamente 1kg. En estas bolsas se colocarán unas etiquetas en las que figurarán al menos los datos de la parcela de la que se han tomado, la profundidad, el cultivo anterior y la fecha de toma de muestras.

### **3. ANÁLISIS.**

El análisis de las muestras de suelo tomadas en las parcelas sobre las que se va a desarrollar el proyecto ha sido realizado en los laboratorios del departamento de edafología del Campus Duques de Soria, perteneciente a la universidad de Valladolid.

#### **3.1. PORCENTAJE DE ELEMENTOS FINOS, COLOR Y PRESENCIA DE CARBONATOS.**

A continuación se va a proceder al cálculo y separación de los elementos finos y gruesos. Se denominan elementos gruesos a las partículas de tierra que no puedan atravesar un tamiz de agujeros redondos de 2mm de diámetro. Esta separación y esta determinación es necesaria ya que la mayor parte de las determinaciones físico-químicas se hacen sobre las partículas que pasan por este tamiz, es decir, a partir de la tierra fina.

El procedimiento para determinar el porcentaje de elementos finos es el siguiente: se deseca la muestra al aire, extendiéndola formando una capa de poco espesor y revolviéndola, para facilitar su secado. Una vez pierde el apelmazamiento se desmenuzan los agregados, en el caso que existan con un pequeño rulo de madera, de esta manera se facilita la separación de los elementos finos. Una vez se encuentra la tierra más seca se procede al pesado de 500g y se pasan por un tamiz de 2mm, recogiendo la fracción que lo atraviesa, para pesarla y calcular el porcentaje de tierra fina.

De esta manera se establece la siguiente fórmula para el cálculo del porcentaje de tierra fina:



$$\%Tierra\ fina = \frac{fracción\ fina}{Total\ muestra} * 100$$

En este caso se han obtenido los siguientes valores una vez pasada la muestra por el tamiz: 268,15g de tierra fina y 231,9g de elementos gruesos. De esta manera se puede calcular el porcentaje de tierra fina:

$$\%Tierra\ fina = \frac{268,15}{500} * 100 = 53,63\%.$$

Los resultados obtenidos son un 53,63% de tierra fina y un 46,37% de elementos gruesos. El peso de los elementos gruesos es de 231,9g y este valor es relevante para el cálculo de las necesidades de fertilizantes, también han de guardarse por si en algún momento del estudio es necesario identificar la roca madre del suelo.

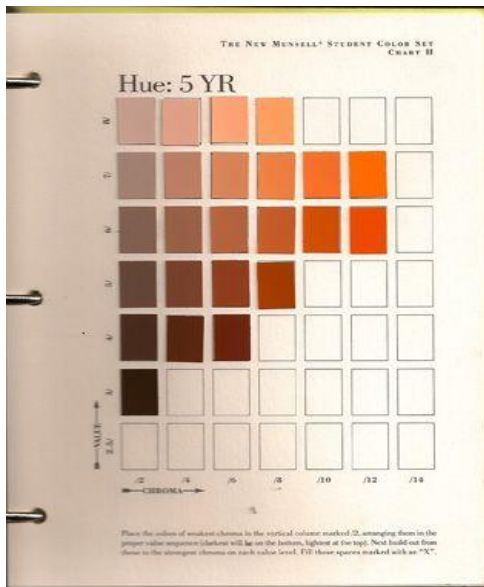
El color del suelo es una característica importante en el diagnóstico del tipo de suelo. El color del suelo es una señal para la separación y descripción de los horizontes. Este color viene determinado en mayor medida por la presencia de materia orgánica y de compuestos de hierro y manganeso. La materia orgánica aporta al suelo un color negro, negro-parduzco o grisáceo, en función de su contenido y grado de descomposición. Los óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso en sus formas oxidadas pueden dar una coloración parda, roja o pardo-negrucza según el tipo de compuesto presente. Las formas reducidas de hierro pueden determinar los tonos verdosos, azulados y hasta negruzcos. Los carbonatos comunican a los suelos colores blanquecinos. El color del suelo es muy importante de cara a la temperatura, pues suelos oscuros absorben más intensamente las radiaciones solares que los suelos de tonos claros.

La determinación del color del suelo se hace en referencia a la tabla de colores Munsell, esta tabla se representa en la ilustración 1. Esta tabla está formada por 199 cuadros coloreados que se encuentran distribuidos según el matiz, brillo y saturación. Estas tres variables se combinan para obtener los colores. El matiz es el color dominante del espectro y está relacionado con la longitud de onda dominante de la luz; el brillo se refiere a la relativa iluminación del color; y la saturación se corresponde con la pureza relativa o intensidad del color del espectro. Según la tabla Munsell la nomenclatura de un color consiste en un nombre del color y la notación Munsell o símbolo del color.

Esta notación Munsell se forma con la notación del matiz seguido del brillo y finalmente la saturación. El símbolo del matiz es una abreviatura del color del espectro, precedido de un número comprendido entre 1 y 10. La notación del brillo consiste en un número entre 0, para el negro absoluto, hasta 10, para el blanco puro y se indica como numerador de una fracción. La saturación se anota como el denominador de esa misma fracción. Consiste en un número que comienza con 0 para los grises neutros y aumenta a intervalos regulares hasta alrededor de 20. La notación de un color se escribe comenzando con el símbolo del matiz y luego, dejando un espacio, el brillo y la saturación separados por una barra.

En este caso se va a realizar la determinación del coloren seco y en húmedo.

**Ilustración 1: Tabla Munsell utilizada para la determinación del color de un suelo. Fuente: imagen extraída de internet.**



Para proceder a la determinación del color en primer lugar se colocan dos porciones de muestra del terreno sobre una placa de porcelana, a una de las porciones se le añade agua destilada con un cuentagotas hasta humedecerla por completa. Una vez se tienen las dos muestras preparadas se comparan con los colores expuestos en la tabla Munsell. Comparando ambas muestras se obtienen los siguientes colores:

- Suelo seco: 5YR 3/2.
- Suelo húmedo: 5YR 2,5/2.

En cuanto a la presencia de carbonatos en el suelo se realiza una adicción de ácido clorhídrico para ver cómo se manifiesta el suelo, al añadirlo se observa cómo se produce un leve burbujeo. Esto indica la presencia de carbonatos en el suelo.

### **3.2. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA.**

La textura o composición granulométrica de una muestra expresa la proporción en la que se encuentran las diferentes partículas minerales constituyentes del suelo, que se clasifican en función de su tamaño. Las partículas se agrupan en tres fracciones principales: arena, limo y arcilla. Pero sin embargo, existen dos escalas o criterios para determinar los límites de estas fracciones. Una de las escalas es la clasificación internacional (ISSS) por la cual se consideran arenas a las partículas comprendidas entre 2 y 0.02mm, limo a aquellas comprendidas entre 0.02 y 0.002mm, y arcilla a las partículas menores a 0.002mm. la segunda clasificación es la USDA, por la cual las partículas de arena están comprendidas entre 2 y 0.05mm; las de limo entre 0.05 y 0.002mm y las de arcilla son menores a 0.002mm.

En función de la proporción de estas tres fracciones el suelo pertenecerá a una determinada clase textural. Estas clases texturales se definen por el porcentaje en peso de cada una de las fracciones de suelo.

Para determinar la textura del suelo en el laboratorio se procede según el método de la pipeta. En primer lugar se lleva a cabo un pretratamiento de la muestra con el fin de

deshacer agregados y romper todos los puentes de unión entre partículas que pudieran causar confusión. Se procede a la destrucción de la materia orgánica de la siguiente manera, pesando de 10g de tierra fina, la cual se introducirá en un vaso de precipitados. Sobre este vaso se van a añadir 30ml de agua destilada con la probeta y 10ml de agua oxigenada al 30% también con la probeta. Esta suspensión formada se agita con el fin de disminuir la formación de espuma. Para completar la digestión se calienta el vaso al baño maría hasta 80-90°C controlando que no hierva.

Tras este procedimiento se realiza la dispersión de la muestra, añadiendo 20ml de calgon, removiendo y dejando reposar durante unos minutos. Esta solución se traslada a un matraz Erlenmeyer de 500ml ayudándose de 200ml de agua destilada y se agita durante un periodo de tiempo en el agitador.

Una vez se saca del agitador se pasa a realizar la medida con la pipeta. En primer lugar se determina la temperatura al estabilizarse, las extracciones con la pipeta se realizan en unos tiempos concretos, la primera extracción se lleva a cabo a los 46 segundos (Limo+Arcilla USDA), la siguiente extracción se realiza a los 4 minutos y 48 segundos (Limo+Arcilla ISSS) y por último, a las 8 horas (Arcilla). En cada extracción se obtienen 20ml de la solución, los cuales se han depositado en crisoles diferentes. Estos crisoles se introducen en la estufa hasta conseguir que se sequen completamente.

Los crisoles se pesaron previamente, y tras su tiempo en la estufa se obtienen los siguientes resultados:

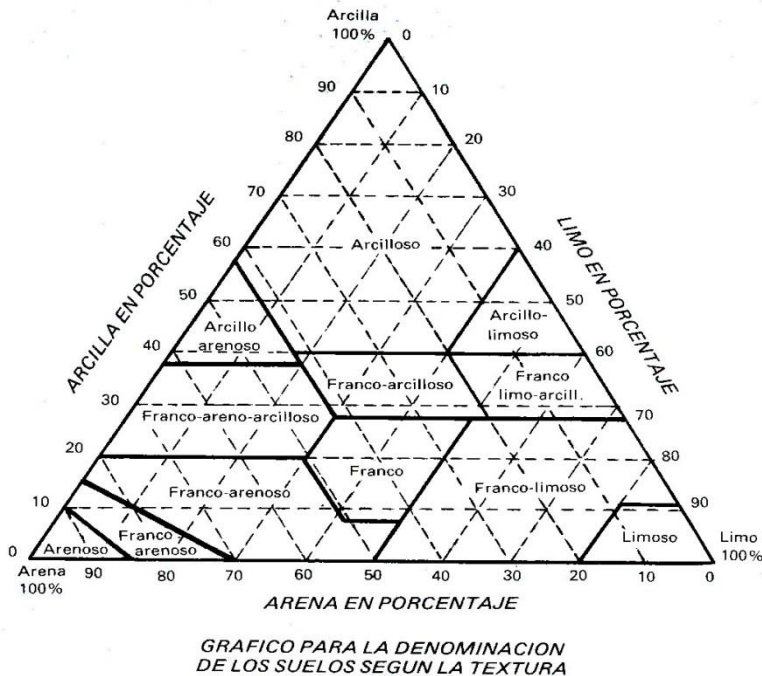
- Crisol 3 (Arcilla). El peso del crisol es de 40,8769g, una vez sacado de la estufa es peso es de 40,9420g por lo tanto la diferencia es de 0,0651g. si se divide entre los mililitros aplicados se obtiene la densidad, de esta manera  $0,0651/20\text{ml}=3,255\text{g/L}$ .
- Crisol 2 (Limo +Arcilla ISSS). El peso del crisol es de 38,8072g, una vez sacado de la estufa es peso es de 38,8072 por lo tanto la diferencia es de 0,0959g. si se divide entre los mililitros aplicados se obtiene la densidad, de esta manera  $0,0959\text{g}/20\text{ml}=4,795\text{g/L}$ . Como el valor de la Arcilla es de 3.255g/l, si se aplica la diferencia se obtiene un valor de **limo (USDA) de 1,54g**.
- Crisol 1 (Limo +Arcilla USDA). El peso del crisol es de 39,750g, una vez sacado de la estufa es peso es de 39,8512 por lo tanto la diferencia es de 0,0982g. si se divide entre los mililitros aplicados se obtiene la densidad, de esta manera  $0,0982\text{g}/20\text{ml}=4,91\text{g/L}$ . Como el valor de la Arcilla es de 3.255g/l, si se aplica la diferencia se obtiene un valor de **limo (USDA) de 1,655g**.

Con estos resultados se pueden obtener los porcentajes de cada una de las fracciones:

- Arcilla: 32,55%.
- Limo (USDA): 16,55%.
- Limo (ISSS): 15,4%.
- Arena:  $100-32,55-16,55-15,4\%= 35,5\%$ .

Con estos valores se consulta la pirámide de clasificación de la textura de los suelos según los valores de los porcentajes de las fracciones del suelo, ilustración 2, y se determina la textura del suelo.

**Ilustración 2: Pirámide para la clasificación de suelos por su textura. Fuente: Imagen extraída de internet.**



Al introducir los datos en esta pirámide se obtiene que el suelo estudiado presenta una textura límite franco areno-arcillosa y franco arcillosa. Por lo tanto de cara al estudio se consideraran estas condiciones.

### 3.3. DETERMINACIÓN DE LA POROSIDAD.

El suelo es un sistema compuesto por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. El espacio poroso de un suelo es el ocupado por la fase líquida y gaseosa. Ambas fases ocupan volúmenes variables y complementarios en ese espacio poroso. La porosidad en un suelo húmedo y bien drenado se puede dividir teóricamente en macroporos o poros de aireación y microporos o poros capilares. El porcentaje que exista de unos y de otros va a estar muy relacionado con la estructura del suelo: textura, porcentaje de materia orgánica...etc.

La existencia, abundancia y tamaño de ese espacio poroso va a regular tanto el movimiento de la disolución del suelo, para la absorción de raíces y percolación, como la aireación de este suelo. También es importante en cuando a que proporciona el espacio de crecimiento de las raíces, fauna y microorganismos importantes en las reacciones de génesis y transformación del suelo.

La porosidad se expresa como el porcentaje del volumen total del suelo ocupado por poros, y para su cálculo se apoya en la densidad aparente y la densidad real del suelo.

La densidad real de un suelo es la densidad de las partículas individuales que lo componen. Hay autores que la definen como la densidad de la fracción sólida, es

decir, la masa total de partículas sólidas a volumen total, excluyendo el volumen poroso. Esta densidad varía entre los tipos de suelos, pero se considera que la densidad real media para la mayoría de los suelos minerales es de 2,65g/cm<sup>3</sup>. Para su determinación se utiliza el método del picnómetro, saturando el suelo al vacío con un disolvente no polar, como el tetracloruro de carbono.

La densidad aparente de un suelo es la densidad de un bloque completo de suelo inalterado tal como se encuentra en el campo. Se define también como la relación de la masa de suelo seco al volumen ocupado por las partículas sólidas más el volumen poroso. Esta densidad tiene un valor inferior a la densidad real y varía con la existencia de agregados, tipo de estructura, clase textural, grado de contracción, labores culturales...etc. los valores medios oscilan entre 1,1g/cm<sup>3</sup> y 1,7 g/cm<sup>3</sup>.

Para el cálculo de la densidad real se tomarían 10 gramos de tierra fina que se introducen en la estufa para su secado. La tierra fina y seca se introduce en un picnómetro de 50 ml pesado anteriormente, una vez introducida la tierra se pesa de nuevo y se añade agua hasta la mitad, introduciéndolo en un desecador a vacío. Al sacarlo se pesa de nuevo y con estos datos se puede llegar al valor de la densidad real.

$$Dr = \frac{Pp + s - Pp}{(Pp + s - Pp) - (Pp + s + a - Pa)} * d_{agua}$$

$$= \frac{49.933g - 40.2692g}{(49.933 - 40.2692) - (93.8996 - 86.9357)} * 1 = \frac{3.36g}{cm^3}$$

Dónde "Pp" es el peso del picnómetro vacío, limpio y seco y "Pp+s" es el conjunto del picnómetro con agua.

Para calcular la densidad aparente hay que acudir de nuevo al emplazamiento donde se tomaron las muestras y se introducirá en el suelo el cilindro muestreador, el cual ha sido medido previamente para calcular su volumen. Esta muestra de suelo tomada se deposita en un vaso de precipitados pesado previamente, el cual se introduce en una estufa, se lleva al desecador y se pesa. Para el cálculo de la densidad aparente se opera de la siguiente manera:

$$Da = \frac{m}{v}$$

$$509.7g = m \quad \text{diámetro}=(8.3+8.3+8.1+8.1+8.2)/5=8.2cm$$

$$h(\text{altura})=(4.9+5+5+4.9+5)/5=4.96cm$$

$$v=\left(\frac{\pi}{4}\right) * d^2 * h= 261.8cm^3$$

$$Da = \frac{509.7g}{261.8cm^3} = 1.94g/cm^3$$

De esta manera y con estos resultados se puede determinar la porosidad del suelo con la siguiente fórmula:

$$\%Porosidad = \frac{Dr - Da}{Dr} * 100$$

Según esta fórmula y con los valores de densidad real (Dr) y densidad aparente (Da) calculados anteriormente se determina la porosidad del suelo.

$$\%Porosidad = \frac{Dr - Da}{Dr} * 100 = \frac{\frac{3.36g}{cm^3} - \frac{1.94g}{cm^3}}{\left(\frac{3.36g}{cm^3}\right)} * 100 = 42.26\%$$

Con este porcentaje ya se puede establecer que este suelo estudiado presenta un 42,26% de porosidad, una densidad real de 3,36g/cm<sup>3</sup> y una densidad aparente de 1,94g/cm<sup>3</sup>. Como el valor de la porosidad se encuentra entre 0 y 45 se puede concluir que se trata de un suelo ligero.

### 3.4. DETERMINACIÓN DEL PH Y LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.

El pH es una forma de expresar la concentración de hidrogeniones o protones, e indirectamente de hidroxilos, de una disolución. Por lo tanto en el caso de un suelo será un valor indicativo de la reacción del suelo, bien de la acidez o basicidad de ese suelo. El pH del suelo es uno de los parámetro químicos más importantes del suelo, pues afecta a la forma en la que se van a presentar los elementos y compuestos, al posible establecimiento de los cultivos, así como a las propiedades físicas del suelo y a la edafogénesis.

El pH de los suelos puede variar entre 2-2,5 en suelos de sulfatos ácidos hasta valores de 9,5-9,8 en suelos sódicos. Pese a ello la mayoría de los suelos no llegan a estos extremos, encontrándose entre 4-4,5 y 8-8,5.

La conductividad eléctrica es la capacidad que tiene una solución para conducir la corriente eléctrica. Este paso de la corriente se efectúa gracias a los iones de esta solución y depende fundamentalmente de tres factores como son la concentración; el tipo de iones, su tamaño y movilidad; y la temperatura, la cual se fija por convenio en 25°C. La medida de la conductividad eléctrica es el método más generalizado de estudiar la cantidad de sales que tiene un suelo. El contenido de sales e iones en la solución del suelo puede llegar a niveles de toxicidad debido al valor de la presión osmótica que alcanza la solución o a efectos tóxicos específicos.

Para la medición del pH se utiliza el pHmetro, el cual ha sido calibrado previamente con dos soluciones, una de pH 4 y otra de pH 7. En primer lugar se toma una muestra de la tierra fina tamizada previamente. El pH de los suelos se mide por convenios internacionales (ISSS) en una suspensión de suelo en agua (1:2,5) y otra en cloruro potásico (1:2,5). Una vez preparadas estas suspensiones a partir de 10g de muestra de tierra fina se produce a la medición en el pHmetro. Los resultados de pH son de 7,83 y 7,3 por lo que de cara al estudio y desarrollo del proyecto se considerará este intervalo. La interpretación de este suelo según estos valores se presenta en la ilustración 3, donde puede observarse como se trata de un suelo entre neutro y medianamente básico. Con el pHmetro se obtiene también la temperatura, la cual es de 25,3<sup>o</sup>c y 24,7<sup>o</sup>.

**Ilustración 3: Clasificación de los suelos según su pH. Fuente: Determinación analítica de parámetros de fertilidad y su interpretación. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia.**

|                |                       |
|----------------|-----------------------|
| pH < 4,5       | Extremadamente ácido  |
| 4,6 < pH < 5,0 | Muy fuertemente ácido |
| 5,1 < pH < 5,5 | Fuertemente ácido     |
| 5,6 < pH < 6,0 | Medianamente ácido    |
| 6,1 < pH < 6,5 | Ligeramente ácido     |
| 6,6 < pH < 7,3 | Neutro                |
| 7,4 < pH < 7,8 | Medianamente básico   |
| 7,9 < pH < 8,4 | Básico                |
| 8,5 < pH < 9,0 | Alcalino              |
| pH > 9,0       | Muy alcalino          |

El valor de la conductividad eléctrica se mide con el conductivímetro que dispone el laboratorio y el valor aportado por la máquina es de 1,21 dS/m. Contrastando este valor con los aportados en la tabla este suelo no es salino, y por lo tanto no tendrá influencia sobre los cultivos. Este valor se determina en referencia a la siguiente clasificación,

**Ilustración 4: clasificación e influencia sobre los suelos de la salinidad del suelo. Fuente: Determinación analítica de parámetros de fertilidad y su interpretación. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia**

| C <sub>e</sub> (mS.cm <sup>-1</sup> ) | CLASIFICACIÓN       | INFLUENCIA SOBRE LOS CULTIVOS                   |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------|
| < 2                                   | No salino           | Inapreciable                                    |
| 2 - 4                                 | Algo salino         | Afecta a cultivos sensibles a la salinidad      |
| 4 - 8                                 | Salino              | Cultivar plantas resistentes a la salinidad     |
| 8 - 16                                | Muy salino          | Cultivar plantas muy resistentes a la salinidad |
| > 16                                  | Intensamente salino | No se podrá cultivar                            |

### 3.5. DETERMINACIÓN DE CARBONATOS. MÉTODO BERNARD.

La determinación de los carbonatos totales en un suelo tiene interés por su valor diagnóstico de diversas propiedades del suelo tales como la estructura, actividad biológica o bloqueo de nutrientes. Pese a ello el contenido total no da una idea exacta de la importancia que los carbonatos tienen en los procesos químicos del suelo. Por este motivo en aquellos casos en los que el análisis de carbonatos es positivo y superior al 15% se deberá completar la información dada por el análisis de carbonatos totales con el de caliza activa. Si el porcentaje de caliza activa es menor del 15% no se

suelen presentar problemas para los cultivos, mientras que los porcentajes mayores al 35-40% si pueden ocasionar problemas en la productividad.

Los resultados de pH obtenidos anteriormente y los de carbonatos totales están relacionados. En los suelos ácidos no hay presencia de carbonatos, excepto si han sido encalados recientemente. Los suelos ricos en carbonatos y con pH próximo a 8 suelen contener mucho carbonato cálcico mientras que en los suelos con altos contenidos en carbonatos y pH superior a 8,5 el carbonato predominante suele ser el sódico.

Los carbonatos tienen una acción positiva sobre la estructura del suelo y sobre la actividad microbiana, aunque un exceso puede ocasionar problemas en la nutrición de las plantas por antagonismo con otros elementos. Un exceso de carbonatos puede provocar un bloqueo en formas insolubles de microelementos como el hierro, manganeso, zinc o cobre, apareciendo formas insolubles de estos elementos y dando lugar a enfermedades carenciales. También puede provocar la retrogradación del fósforo a formas insolubles. De forma parecida se puede ver afectado el potasio y el magnesio.

Por lo tanto para la realización de este proyecto es necesario el estudio del suelo, entre otras funciones para conocer excesos o carencias de sustancias, y poder llevar a cabo actuaciones para su compensación.

La metodología utilizada en el laboratorio para el cálculo del porcentaje de carbonatos se basa en la aplicación de ácido clorhídrico sobre el suelo para ver si desprende dióxido de carbono, en el caso de que se desprenda este gas podrá confirmarse el contenido en carbonato del suelo. Esta emisión del gas se debe a la siguiente reacción química:



Esta reacción se va a llevar a cabo en un calcímetro, un dispositivo cerrado a presión y temperatura constante y donde no se desprenden otros gases. De esta manera, la medida del volumen de CO<sub>2</sub> permitirá calcular el contenido en carbonatos. En este análisis se comparan los distintos volúmenes de CO<sub>2</sub> desprendido por pesos conocidos de suelos y de carbonato cálcico puro, en las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica.

Tras el análisis en el laboratorio se procede al cálculo del porcentaje de carbonatos. Los datos obtenidos tras la reacción son los siguientes: El peso inicial de la muestra es de 0,5082g, el volumen de dióxido de carbono desprendido son 7ml, el peso de carbonato de calcio puro es de 0,2g, el volumen de dióxido de carbono desprendido por el carbonato cálcico de patrón son 48ml. A partir de estos datos se opera mediante regla de tres para obtener el porcentaje de carbonatos.

Gramos CaCO<sub>3</sub> → Volumen de CO<sub>2</sub> (ml) → 100%

Gramos de tierra → Volumen de CO<sub>2</sub> (ml) → X (%)

Sustituyendo los datos obtenidos anteriormente se llega a la siguiente operación, la cual aporta el porcentaje de carbonatos.



$$\left[ \frac{0,2}{0,5082} \right] * \left[ \frac{48}{7,5} \right] = \frac{100}{X}$$

Operando este cociente se obtiene un valor del porcentaje de carbonatos igual a 37,17%. El valor de caliza activa es de 10,8%. Según la tabla de interpretación de resultados el porcentaje de carbonatos del suelo es alto, pero no tiene influencia sobre los cultivos, en cuanto a la caliza activa se encuentra en el límite de valores altos, pudiendo ocasionar problemas de clorosis pero no se considerará dado que el cultivo a implantar es muy resistente. Esta tabla de interpretación de resultados está reflejada en la ilustración 5.

**Ilustración 5: Clasificación de los suelos en función de sus porcentajes de carbonatos y de caliza activa. Fuente: Determinación analítica de parámetros de fertilidad y su interpretación. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia.**

| VARIABLE            | NIVEL   | CLASIFICACIÓN | INFLUENCIA SOBRE LOS CULTIVOS   |
|---------------------|---------|---------------|---------------------------------|
| % CaCO <sub>3</sub> | 0 - 5   | Muy bajo      |                                 |
|                     | 5 - 10  | Bajo          |                                 |
|                     | 10 - 20 | Normal        |                                 |
|                     | 20 - 40 | Alto          |                                 |
|                     | > 40    | Muy alto      |                                 |
| % CALIZA ACTIVA     | 0 - 6   | Bajo          | No suele aparecer clorosis      |
|                     | 6 - 9   | Medio         | Afecta a los cultivos sensibles |
|                     | > 9     | Alto          | Problemas de clorosis grave     |

### 3.6. DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO ASIMILABLE (MÉTODO OLSEN).

El análisis realizado para el fósforo es en concreto para el fósforo asimilable, en él se pretende conocer la disponibilidad de fósforo presente en dicho suelo y por lo tanto la capacidad de aporte al árbol. Un bajo nivel de fósforo asimilable se puede deber tanto a un bajo contenido de fósforo total como a problemas de poca disponibilidad del fósforo presente; esto puede ser debido a un pH muy ácido, con presencia de fosfatos de aluminio muy poco solubles; a la existencia de altos niveles de carbonatos, formándose en este caso fosfato tricálcico; o bien debido a altos contenidos de arcilla.

Para tener un índice de disponibilidad de fósforo en el suelo se utilizan distintos métodos, todos ellos basados en la extracción de una muestra de suelo con una disolución más o menos agresiva, conteniendo agentes complejantes, ácidos, etc, para obtener la fracción de fósforo que pasará más fácilmente a la disolución. Para que el método de extracción sea útil, los niveles obtenidos se han de correlacionar con los resultados de producción real de los cultivos.

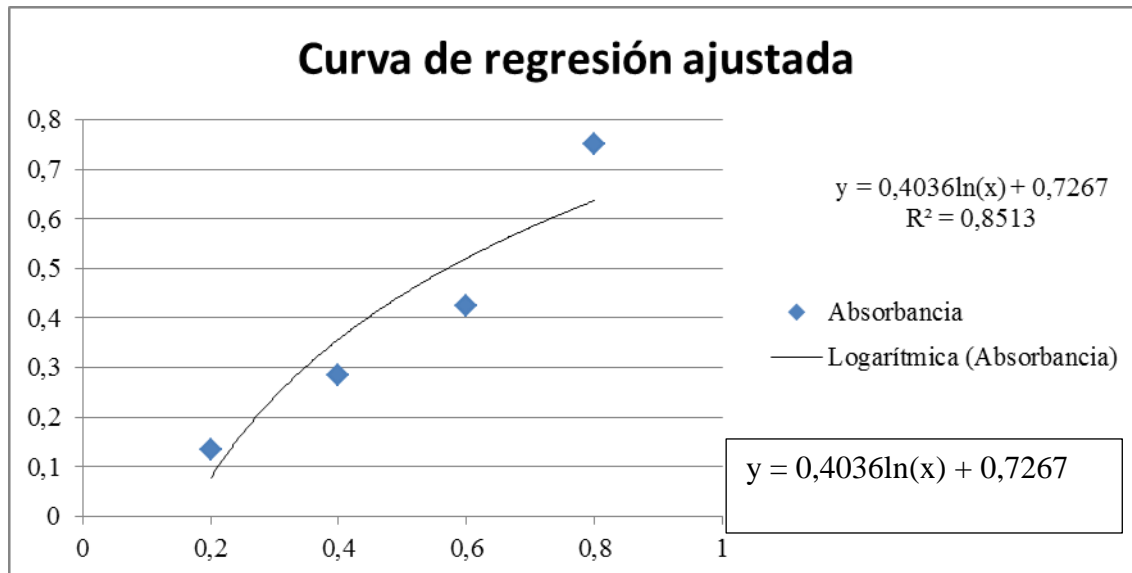
Dado que existen diferentes métodos con diferentes extractantes para el cálculo de este valor, en este caso se va a utilizar el método Olsen, aplicable a suelos ácidos y básicos.

En este caso se llevara a cabo la extracción del fósforo asimilable y el análisis del contenido de fósforo en el extracto.

A continuación se representa en la tabla 1 los valores de concentración y absorbancia de la curva patrón y de las disoluciones problemas estudiadas. En el gráfico 1 se muestra la curva de regresión formada por los valores de concentración y absorbancia.

**Tabla 1: Resultados de concentración y absorbancias obtenidos durante el proceso.**  
Fuente: Elaboración propia.

|                     | Matraz         | Concentración de P (ppm) | Absorbancia 882 nm |
|---------------------|----------------|--------------------------|--------------------|
| <b>Curva patrón</b> | 0              | 0                        | 0                  |
|                     | 1              | 0,2                      | 0,134              |
|                     | 2              | 0,4                      | 0,283              |
|                     | 3              | 0,6                      | 0,424              |
|                     | 4              | 0,8                      | 0,75               |
| <b>Problema</b>     | P <sub>1</sub> | 0,386                    | 0,343              |
|                     | P <sub>2</sub> | 1,096                    | 0,764              |



**Gráfica 1: Curva de regresión creada con los valores obtenidos.** Fuente: Elaboración propia.

A continuación se adjuntan todos los cálculos llevados a cabo para determinar el valor del fósforo asimilable.

**P<sub>1</sub> (Primera muestra)**

$$0,343 = 0,4036 * \text{Ln}(x) + 0,7267$$

$$- 0,38337 = 0,4036 * \text{Ln}(x)$$

$$- 0,38337 / 0,4036 = \text{Ln}(x)$$

$$\text{Ln}(x) = -0,95$$

$$e^{\text{Ln}(x)} = e^{-0,95}$$

$$x = e^{-0,95} \rightarrow x = 0,386 \text{ ppm}$$

### **P<sub>2</sub> (Segunda muestra)**

$$0,764 = 0,4036 * \text{Ln}(x) + 0,7267;$$

$$0,0373 = 0,4036 * \text{Ln}(x)$$

$$0,0373 / 0,4036 = \text{Ln}(x);$$

$$\text{Ln}(x) = 0,0924$$

$$e^{\text{Ln}(x)} = e^{0,0924}$$

$$x = e^{0,0924} \rightarrow x = 1,096 \text{ ppm}$$

$$P_{\text{asimilable}} = x \text{ (ppm)} * (50 \text{ ml} / V_{\text{muestra}}) * (10 \text{ ml} * 10^{-3}) / (m_{\text{muestra}} * 10^{-3})$$

$$P_{1 \text{ asimilable}} = 0,386 * (50 \text{ ml} / 100 \text{ ml}) * (10 \text{ ml} * 10^{-3}) / (5,0399 * 10^{-3}) = \mathbf{3,83 \text{ ppm}}$$

$$P_{2 \text{ asimilable}} = 1,096 * (50 \text{ ml} / 100 \text{ ml}) * (10 \text{ ml} * 10^{-3}) / (5,0399 * 10^{-3}) = \mathbf{1,087 \text{ ppm}}$$

Según los valores obtenidos en el estudio y observando la tabla de interpretación de resultados los valores obtenidos en el estudio son muy bajos.

**Ilustración 6: Interpretación de los valores de fósforo asimilable obtenido en el suelo. Fuente: Determinación analítica de parámetros de fertilidad y su interpretación. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia.**

| CULTIVO<br>TEXTURA | FÓSFORO ASIMILABLE (ppm) |        |         |         |          |
|--------------------|--------------------------|--------|---------|---------|----------|
|                    | MUY BAJO                 | BAJO   | NORMAL  | ALTO    | MUY ALTO |
| MÉTODO DE OLSEN    |                          |        |         |         |          |
| SECANO             |                          |        |         |         |          |
| ARENOSA            | 0 - 4                    | 5 - 8  | 9 - 12  | 13 - 20 | 21 - 32  |
| FRANCA             | 0 - 6                    | 7 - 12 | 13 - 18 | 19 - 30 | 31 - 48  |
| ARCILLOSA          | 0 - 8                    | 9 - 16 | 17 - 24 | 25 - 40 | 41 - 64  |

### 3.7. DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE.

La materia orgánica cumple unas funciones muy importantes en el suelo, aun estando en contenidos mínimos hacen de este componente uno de los principales factores de fertilidad del suelo. La materia orgánica del suelo puede estar en diversas formas: como materia vegetal o animal sin transformar, como subproducto de esta actividad biológica o sustancias poco transformadas o bien como formas más evolucionadas de materia orgánica coloidal (humus) de mayor estabilidad. Esta última fase es la que más influencia tiene en las propiedades físicas y químicas del suelo. Existen diferentes métodos para determinar el contenido en materia orgánica del suelo, todos ellos utilizan las propiedades reductoras de ella, es decir, su capacidad de ser oxidada, determinándose la cantidad de oxidante que ha reaccionado o el CO<sub>2</sub> producido, o en su caso la pérdida de peso por calcinación.

En el laboratorio se va a llevar a cabo la determinación de la materia orgánica fácilmente oxidable, aquella fracción de la materia orgánica del suelo que reacciona con dicromato potásico en medio ácido sulfúrico durante un tiempo de minutos, conocido como método de Walkley y Black.

Mediante este método se provoca una oxidación de la materia orgánica de la muestra del suelo, añadiendo dicromato potásico y ácido sulfúrico concentrado. Tras el tiempo de reacción se valora el exceso de dicromato con sal ferrosa. La valoración del exceso de dicromato se realiza con sulfato ferroso amónico (Sal de Mohr).

Una vez llevado a cabo el proceso, se obtienen los datos de las volumetrías utilizadas. Con estos datos se calculará el contenido de materia orgánica oxidable y total de la muestra de suelo empleada. Por esta razón se obtiene primero el porcentaje de carbono oxidable. Para obtener la materia orgánica total presente en el suelo habrá que conocer qué proporción de la materia orgánica total en el suelo es analizada por este método. Aunque esta proporción depende de las características de cada suelo, el factor que se suele utilizar como referencia tiene en cuenta un 77% de materia orgánica fácilmente oxidable sobre la total.

Para el cálculo de la materia orgánica se han realizado dos ensayos, por lo que se obtendrán dos valores, que a priori deberán ser semejantes.

Los cálculos llevados a cabo han sido los siguientes:

-Valoración de la sal de Mohr:

$$N = \frac{10 \cdot 0.5}{v} = \frac{10 \cdot 0.5}{20,01} = 0.2498N$$

-Porcentaje de carbono oxidable:

→ Ensayo A:

$$ra = 20 \cdot 0.5 - V_{sal\ mahr} \cdot N_{sal\ mahr} = (20 \cdot 0.5) - (14,59 \cdot 0.2498) = 6,3554$$

$$\%C\ oxidable = \frac{ra \cdot 3 \left(\frac{mg}{meq}\right)}{g\ suelo \cdot 10^3 \left(\frac{mg}{g}\right)} \cdot 100 = \frac{6,3554meq \cdot 3 \left(\frac{mg}{meq}\right)}{0.6828g \cdot 10^3 \left(\frac{mg}{g}\right)} \cdot 100 = 2,7923\%$$

$$\%C\ oxidable \cdot 1.724 = MO\ oxidada = 2,7923\% \cdot 1.724 = 4,8139\%$$

$$\left(\% \frac{MO_{oxidada}}{0.77}\right) = MO_{total} = 6,25\% MO\ total$$

→ Ensayo B:

$$ra = 20 \cdot 0.5 - V_{sal\ mahr} \cdot N_{sal\ mahr} = (20 \cdot 0.5) - (20,24 \cdot 0.2498) = 4,9440$$

$$\%C\ oxidable = \frac{ra \cdot 3 \left(\frac{mg}{meq}\right)}{g\ suelo \cdot 10^3 \left(\frac{mg}{g}\right)} \cdot 100 = \frac{4,9440meq \cdot 3 \left(\frac{mg}{meq}\right)}{0.5084g \cdot 10^3 \left(\frac{mg}{g}\right)} \cdot 100 = 2,9173\%$$

$$\%C\ oxidable \cdot 1.724 = MO\ oxidada = 2,9173\% \cdot 1.724 = 5,0294\%$$

$$\left(\% \frac{MO_{oxidada}}{0.77}\right) = MO_{total} = 6,53\% MO\ total$$

Los valores obtenidos se consideran muy altos, y pueden deberse a que antes de ser tomadas las muestras en el terreno se aportó una enmienda orgánica en forma de estiércol, lo que puede derivar en estos valores tan altos.

Según las tablas de interpretación de resultados se observa como los valores son muy altos.

**Ilustración 7: Tabla de interpretación de la materia orgánica del suelo. Fuente: Determinación analítica de parámetros de fertilidad y su interpretación. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia.**

| TEXTURA   | CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA TOTAL (%) |           |           |           |          |
|-----------|-----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
|           | MUY BAJO                                | BAJO      | NORMAL    | ALTO      | MUY ALTO |
| ARENOSA   | 0 - 1,75                                | 1,76-2,50 | 2,51-3,50 | 3,51-4,25 | > 4,25   |
| FRANCA    | 0 - 1,5                                 | 1,5 - 2,0 | 2,0 - 3,0 | 3 - 3,75  | > 3,75   |
| ARCILLOSA | 0 - 2                                   | 2 - 3     | 3 - 4     | 4 - 5     | > 5      |

A parte de la clasificación del contenido de materia orgánica total en función de la textura del suelo también se puede clasificar por el porcentaje de materia orgánica oxidable, como se muestra a continuación. Según esta clasificación el valor de la materia orgánica oxidable es alta, estando más cerca de niveles medios que muy altos.

**Ilustración 8: Interpretación de los valores de materia orgánica oxidable. Fuente: Determinación analítica de parámetros de fertilidad y su interpretación. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia.**

| % M.O. OXIDABLE | INTERPRETACIÓN |
|-----------------|----------------|
| < 0,9           | Muy baja       |
| 1,0 - 1,9       | Baja           |
| 2,0 - 2,5       | Normal         |
| 2,6 - 3,5       | Alta           |
| > 3,6           | Muy alta       |

### **3.8. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONICO.**

La capacidad de cambio catiónico en el suelo es debida a los coloides con carga negativa (arcilla y humus), capaces de atraer y retener cationes en su superficie; los cationes así retenidos pueden ser desplazados por otros cationes y volver de nuevo al seno de la disolución. Este intercambio se realizará en uno u otro sentido según las concentraciones respectivas en la disolución del suelo y sobre el coloide. Esta característica del suelo influye de forma decisiva sobre las propiedades de movimiento y retención de nutrientes en el mismo. Los cationes de cambio constituyen una reserva importante de nutrientes. Existen diferentes métodos para determinar la capacidad de cambio catiónico de un suelo, todos ellos se basan en el desplazamiento de los cationes adsorbidos en el complejo de cambio, por otro catión que se añade en alta concentración.

En este análisis se lleva a cabo por el método de la disolución de cloruro de bario y trietanolamina a pH 8,1. Este método es aplicable a todo tipo de suelos, en suelos ácidos el pH básico de la disolución extractante favorece la salida de los cationes ácidos y en suelos con carbonatos una parte del catión bario forma carbonato de bario

que recubre las partículas del suelo, evitando la disolución excesiva de carbonato cálcico. Con este método se puede realizar la determinación de la acidez total de suelos ácidos.

Siguiendo los pasos de este método por duplicado, es decir, tomando dos muestras, se obtienen dos valores:

Ensayo 1: 15,2724meq/100gsuelo

Ensayo 2: 17,1216meq/100gsuelo

Se toma como dato el valor medio, 16,1958meq/100gsuelo. Según estos resultados y tomando como referencia la tabla de interpretación representada a continuación se establece como suelo franco, en los cuales se obtienen valores aproximados a 15meq/100g suelo.

**Ilustración 9: Capacidad de cambio catiónico según el tipo de suelo. Fuente: Determinación analítica de parámetros de fertilidad y su interpretación. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia.**

A) Respecto a la proporción de arcilla en el suelo:

- Suelos arenosos (Grupo I): ~ 10 meq/100g suelo.
- Suelos francos (Grupo II): ~ 15 meq/100g suelo.
- Suelos arcillosos (Grupo III): ~ 20 meq/100g suelo.

### 3.9. DETERMINACIÓN DEL NITRÓGENO.

En un suelo en estado natural el nitrógeno existente está en forma orgánica o en forma mineral como resultado de la nitrificación de la materia orgánica. Además el nitrógeno mineral existente está sometido a fuertes pérdidas por la lixiviación a la que está expuesto y por el hecho de que los procesos de mineralización están sumamente influenciados por las condiciones climáticas y del suelo entre otras.

La determinación del nitrógeno debe ser dinámica para realizar una buena fertilización, por lo que habrá que considerar las condiciones climáticas, la estimación de residuos, la determinación del coeficiente de utilización, la estimación de pérdidas por desnitrificación y por lixiviación.

Para la determinación del nitrógeno se sigue el método Kjeldahl, mediante el cual se determina el nitrógeno constituyente de la materia orgánica del suelo. Este método se recomienda para los estudios en los que se precisa conocer la relación carbono nitrógeno (C/N) de la materia orgánica del suelo.

Durante este análisis se lleva a cabo la digestión de la muestra de terreno tomada, posteriormente una destilación y una valoración con ácido clorhídrico. Con los datos

obtenidos durante el análisis se realizan los siguientes cálculos y se determina el nitrógeno.

$$N(\%) = \left( \frac{(V_{muestra} - V_{blanco}) * 14.007 * N_{HCL}}{P_{muestra}(mg)} \right) * 100$$

$$N(\%) = \left( \frac{(12,2ml - 0ml) * 14.007 * 0.01N}{698,1g} \right) * 100 = 0,244\%$$

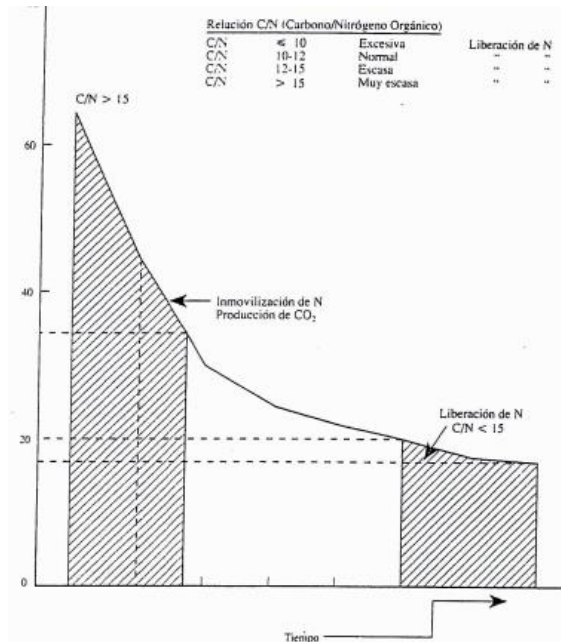
Según la tabla 3, el valor de nitrógeno obtenido en el suelo sobre el que se desarrollara el proyecto es alto.

**Ilustración 10: Tabla de interpretación del valor de nitrógeno total del suelo. Fuente: Determinación analítica de parámetros de fertilidad y su interpretación. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia.**

| NITRÓGENO TOTAL (%) | INTERPRETACIÓN |
|---------------------|----------------|
| < 0,05              | MUY BAJO       |
| 0,06 - 0,10         | BAJO           |
| 0,11 - 0,20         | NORMAL         |
| 0,21 - 0,40         | ALTO           |
| > 0,41              | MUY ALTO       |

En cuanto a la relación carbono nitrógeno se establece un valor entre 11,1 y 15 en función del porcentaje de nitrógeno. Este valor es alto, y según la gráfica de interpretación de los resultados la liberación de nitrógeno será normal.





Gráfica 2: Relación Carbono/Nitrógeno. Fuente: "Guía de prácticas: Edafología"

### 3.10. DETERMINACIÓN DEL POTASIO.

Para el cálculo del contenido de potasio en el suelo estudiado se lleva a cabo el análisis mediante el Método Mehlich 3. Se trata de un extractante multielemental pero utilizado en este caso para definir el valor de potasio en el suelo. Se lleva a cabo el análisis siguiendo esta metodología ya que además de ser eficaz en suelos ácidos y alcalinos es más eficaz que el Método Mehlich 1.

De esta manera se obtiene un valor de potasio de 280 ppm, determinando por lo tanto un contenido normal, tal y como se muestra en la ilustración 11.

Ilustración 11: Contenido en potasio. Fuente: "Guía de prácticas: Edafología".

| ppm     | Contenidos |
|---------|------------|
| 0-50    | Muy bajo   |
| 50-100  | Bajo       |
| 100-150 | Normal     |
| 150-200 | Alto       |
| >200    | Muy alto   |

## 4. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

En este apartado se va a realizar un resumen del estudio edáfico, en el cual se van a mostrar las características obtenidas de cada uno de los aspectos estudiados. Para facilitar su comprensión se representa todo en una única tabla.

**Tabla 2: Interpretación de los resultados del análisis edáfico. Fuente: Elaboración propia.**

| <b><u>Determinación</u></b><br><b><u>Análisis</u></b> | <b><u>Método</u></b>                                         | <b><u>Suelo (0-30cm)</u></b> |                          |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
|                                                       |                                                              | <b><u>RESULTADO</u></b>      | <b><u>VALORACIÓN</u></b> |
| Arcilla (%)                                           | Método de la Pipeta                                          | 32,5                         | Franco-arcilloso         |
| Arena (%)                                             |                                                              | 35,5                         |                          |
| Limo (%)                                              |                                                              | 15,975                       |                          |
| pH (1:2,5 agua)                                       | pHmetro                                                      | 7,83                         | Medianamente básico      |
| pH (1:2,5 KCl)                                        | pHmetro                                                      | 7,3                          | Neutro                   |
| Conductividad(dS/m)                                   | Conductivímetro                                              | 1,21                         | No salino                |
| Carbonatos (%)                                        | Método Bernard                                               | 37,17                        | alto                     |
| Caliza activa (%)                                     | Calcímetro Bernard                                           | 14,6                         | alto                     |
| Fósforo asimilable (ppm)                              | Método Olsen                                                 | 3,83                         | Muy bajo                 |
| Nitrógeno (%)                                         | Método Kjeldahl                                              | 0,244                        | Alto                     |
| Potasio (ppm)                                         | Método Mehlich 3                                             | 280                          | Normal                   |
| Relación C/N (%)                                      |                                                              | 11,1-15                      | Liberación de N          |
| Materia orgánica (%)                                  | Método Walkley y Black                                       | 6,53                         | Muy alta                 |
| Capacidad de cambio catiónico (meq/100g suelo)        | Método de la disolución de cloruro de bario y trietanolamina | 17,121                       | Normal                   |
| Porosidad (%)                                         | densidades                                                   | 42,26%                       | Apto                     |

## **ANEJO IV: CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.**

## ÍNDICE.

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                           | 3  |
| 2. TOMA DE MUESTRAS.....                                       | 3  |
| 3. ANÁLISIS.....                                               | 3  |
| 4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: INDICES DE PRIMER GRADO.....  | 3  |
| 4.1. pH.....                                                   | 3  |
| 4.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....                              | 4  |
| 4.3. SALES DISUELTAS.....                                      | 4  |
| 4.4. IONES.....                                                | 5  |
| 4.4.1. CLORUROS.....                                           | 5  |
| 4.4.2. NITRATOS.....                                           | 5  |
| 4.4.3. SULFATOS.....                                           | 5  |
| 4.4.4. CALCIO.....                                             | 5  |
| 4.4.5. SODIO.....                                              | 6  |
| 4.4.6. POTASIO.....                                            | 6  |
| 4.4.7. MAGNESIO.....                                           | 6  |
| 5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: INDICES DE SEGUNDO GRADO..... | 6  |
| 5.1. RELACIÓN ADSORCIÓN DE SODIO (SAR).....                    | 6  |
| 5.2. RELACIÓN CON EL CALCIO O INDICE KELLY.....                | 7  |
| 5.3. RELACIÓN DE SODIO.....                                    | 7  |
| 5.4. DUREZA.....                                               | 8  |
| 6. CLASIFICACIÓN.....                                          | 9  |
| 6.1. NORMAS RIVERSIDE.....                                     | 9  |
| 6.2. NORMAS FAO.....                                           | 10 |
| 6.3. NORMAS WILCOX.....                                        | 11 |
| 7. CONCLUSIONES.....                                           | 12 |

## 1. INTRODUCCIÓN.

En este anejo se interpretarán los resultados obtenidos en el análisis del agua obtenida del pozo que abastecerá de agua a la plantación. En este apartado se pretende establecer la calidad y la aptitud del agua de manera que sea apta para esta utilidad.

## 2. TOMA DE MUESTRAS.

Para la toma de muestras se extrae agua del pozo durante un breve espacio de tiempo, desechando estos primeros litros dado que no serían representativos. A continuación se llenan los envases con el agua extraído del pozo, para que no se produzcan contaminaciones por los envases estos se llenaran y vaciaron varias veces, además para evitar la entrada de aire se llenaran hasta hacerlos rebosar.

Una vez tomadas las muestras se almacenan en una nevera a aproximadamente 5°C y en condiciones de oscuridad, entregándolos al laboratorio en el menor tiempo posible.

## 3. ANÁLISIS.

El análisis es llevado a cabo en los laboratorios de la empresa AGUAS DE SIGÜENZA SL. Y se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 1: Resultados del análisis de agua. Fuente: Aguas de Sigüenza SL.

| Variable                       | Resultado     | Método         |
|--------------------------------|---------------|----------------|
| pH a 20°C                      | 7,4           | Potenciometría |
| Conductividad eléctrica a 20°C | 1,34 mmhos/cm | Potenciometría |
| Cloruros                       | 4,06 meq/l    | HPLC           |
| Nitratos                       | 0,43 meq/l    | HPCL           |
| Sulfatos                       | 1,30 meq/l    | HPCL           |
| Calcio                         | 8,28 meq/l    | ICP-AES        |
| Sodio                          | 3 meq/l       | ICP-AES        |
| Potasio                        | <0,05 meq/l   | ICP-AES        |
| Magnesio                       | 1,85 meq/l    | ICP-AES        |

## 4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: INDICES DE PRIMER GRADO.

### 4.1. pH.

Con el valor de pH se determina la acidez del agua, por lo que puede servir para predecir la presencia de algún contaminante. Los valores deseables e ideales de pH se encuentran entre 7 y 8. En este caso se obtiene un valor de 7,4 por lo que es un valor óptimo para el riego de la plantación.

## 4.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.

La interpretación de los valores de conductividad eléctrica vienen dadas por la siguiente tabla:

**Ilustración 1: calidad del agua de riego en función de la conductividad eléctrica. Fuente: Imagen extraída de internet.**

| CE (mmhos/cm) | CALIDAD                |
|---------------|------------------------|
| 0 – 1         | Excelente a buena      |
| 1 – 3         | Buena a marginal       |
| >3            | Marginal a inaceptable |

En el caso del agua estudiada el valor es de 1,34mmhos/cm por lo que se trata de un agua de riego buena, que no presenta inconvenientes para su uso.

## 4.3. SALES DISUELTAS.

El cálculo de las sales disueltas en el agua que se utilizará para el riego de la plantación es un parámetro muy importante puesto que hay que mantener un equilibrio de sales entre el agua y el sistema formado por el suelo y los árboles. En el caso de ser un agua con elevada cantidad de sales ocasionaría acumulación de estas en el suelo por lo que sería negativo para el desarrollo del cultivo.

Para medir la concentración de sales disueltas en el agua se utiliza el parámetro de la conductividad eléctrica a 20°C, obtenido anteriormente, puesto que estos dos parámetros se encuentran relacionados de la siguiente manera:

$$\text{Contenido en sales} = ct \left( \frac{g}{l} \right) = CE \left( \frac{mmhos}{cm} \right) * 0,64$$

Dado que el valor obtenido de la conductividad eléctrica a 20°C, CE, es de 1,34 mmhos/cm la fórmula quedaría de la siguiente manera:

$$\text{Contenido en sales} = \frac{1,34mmhos}{cm} * 0,64 = 0,8576 \frac{g}{l}$$

Según diferentes autores, y tal y como se muestra en la siguiente tabla, el agua de riego del pozo obtiene valores que oscilan entre buena y media, por lo que no existe ningún problema para su uso como agua de riego.

**Ilustración 2: Calidad del agua en función del contenido de sales. Fuente: Imagen extraída de internet.**

| REFERENCIA         | CALIDAD DE LAS AGUAS |           |      |
|--------------------|----------------------|-----------|------|
|                    | BUENA                | MEDIA     | MALA |
| U. California 1974 | <0,45                | 0,45 – 2  | >2   |
| Cerdá, A. 1980     | <1,8                 | 1,8 – 5,4 | >5,4 |
| Cánovas, J. 1980   |                      | >1,0      |      |

## **4.4. IONES.**

Dentro de los iones que pueden encontrarse en el agua este análisis se centra en los principales.

### **4.4.1. CLORUROS.**

Los cloruros pueden ocasionar problemas en el desarrollo normal de los vegetales, concretamente clorosis, lo que se traduce como un factor negativo y por lo tanto que ha de evitarse este exceso en el agua. En algunos tipos de riego y concretamente el que se va a utilizar en la plantación, por goteo, puede ocasionar problemas si la concentración de cloruros en el agua de riego es superior a los 4meq/l.

En este caso se obtiene una concentración de cloruros de 4,06meq/l, resultado muy aproximado al límite establecido. No se considera como un factor limitante pero si se observara el desarrollo de los vegetales con el objetivo de predecir cualquier problema derivado de esta concentración de iones; para poder predecir esto se realizaran observaciones y análisis foliares periódicamente.

### **4.4.2. NITRATOS.**

En los datos aportados por el laboratorio se facilita el valor de la concentración de nitratos existentes en el agua, pese a ello puede tomarse el mismo valor de nitrógeno.

Los datos facilitados por el laboratorio se expresan en meq/l por lo que habrá que transformar esta cantidad en mg/l o en ppm, para ello es necesario conocer que 1meq de nitrógeno son 62mg de nitrógeno, de esta manera:

$$\frac{0,43meq}{l} * \frac{62mg}{meq} = \frac{26,66mg}{l} \text{ de nitratos.}$$

Es un valor ligeramente elevado puesto que el valor guía se establece en 25mg/l, pese a ello no se trata de un aspecto que haga esta agua no apta para el riego de la plantación, ya que este contenido en nitratos favorecerá el desarrollo, actuando como un fertilizante.

### **4.4.3. SULFATOS.**

La concentración de sulfatos no suele ocasionar problemas para el desarrollo de los vegetales, además puesto que las conducciones de agua no son de hormigón o cobre no existe riesgo de corrosión. La concentración de sulfatos en el agua de riego se establece en 1,3meq/l.

### **4.4.4. CALCIO.**

El contenido en calcio del agua será importante desde el punto de vista de dos factores, el primero de ellos será la correcta formación del complejo arcillo-húmico; y la segunda la posibilidad de obturación de los goteros en el caso de tener una elevada concentración.

El valor obtenido es de 8,28meq/l, el cual se encuentra entre los valores normales por lo que a priori no debería ocasionar ningún tipo de problema de cara al buen desarrollo del proyecto, pese a ello ha de controlarse y tenerse en cuenta.

#### **4.4.5. SODIO.**

El sodio es uno de los elementos que mayor fitotoxicidad ocasiona por lo que es importante conocer su concentración en el agua de riego para evitar posibles problemas. En este caso se obtiene un valor de 3meq/l.

Sabiendo que 1 meq de sodio equivale a 0,023g se puede calcular la concentración en g/l de sodio de la siguiente manera:

$$\frac{3meq}{l} * \frac{0,023g}{meq} = 0,069g/l$$

El valor obtenido está por debajo de 0,2-0,3 g/l, que es el valor máximo que se establece como máximo y que por lo tanto hace esta agua apta para el riego.

#### **4.4.6. POTASIO.**

El valor obtenido de potasio es inferior a 0,05meq/l por lo que no resulta problemático. Dada la sustitución radicular existente a nivel radicular del ion potasio por el ion sodio cuando la concentración de potasio es baja se realizara una enmienda en caso de que se observen carencias en los vegetales.

#### **4.4.7. MAGNESIO.**

El contenido en magnesio obtenido del agua del pozo es de 1,85meq/l por lo que se trata de un valor dentro del intervalo deseable y que no ha de causar ningún problema en el desarrollo.

### **5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: INDICES DE SEGUNDO GRADO.**

Con estos índices se estudia el efecto de dos o más sustancias de la composición del agua de riego. En especial tiene un gran interés aquellas que relacionan la interacción entre el calcio y el sodio. La concentración de estos dos iones pueden ocasionar dispersión de los agregados de las partículas obstruyendo los poros del suelo, reducción de infiltración y formación de costra superficial, falta de aireación o podredumbre a nivel radicular.

#### **5.1. RELACIÓN ADSORCIÓN DE SODIO (SAR).**

Mediante este índice se representa la proporción en la que se encuentra el sodio con respecto al calcio y magnesio. Estos últimos son los cationes que compiten con el sodio por las zonas de intercambio del suelo. El sodio acelera la degradación del suelo en las zonas áridas ya que sustituye al calcio en el complejo arcillo-húmico desarrollando una dispersión de los agregados, una pérdida de permeabilidad y de estructura.

Conociendo el índice SAR se puede estimar el riesgo de degradación. En suelos como el de las parcelas del proyecto, con un contenido alto de materia orgánica y con un % destacable de arcilla se considera:



- Aceptables: Agua con SAR hasta 15.
- Dudosas: Aguas con SAR entre 15 y 20.
- Desaconsejables: Aguas con SAR superior a 20.

El SAR se calcula de la siguiente manera:

$$SAR = NA^+ / (\sqrt{(Ca^+ + Mg^+)/2})$$

A partir de esta fórmula y con los datos aportados por el laboratorio inicialmente se opera la fórmula.

$$SAR = 3 / (\sqrt{(8,28 + 1,85)/2}) = 1,33$$

Con el valor de adsorción de sodio de 1,33 puede establecerse que esta agua es apta para el riego en el suelo en que se va a establecer la plantación, considerándose como un agua de baja alcalinidad.

## 5.2. RELACIÓN CON EL CALCIO O INDICE KELLY.

El índice Kelly es otra de las formas de medir el riesgo de alcalinización del suelo, en este caso se estudia mediante la relación entre los cationes calcio, sodio y magnesio, utilizando al calcio como indicador. A continuación se muestra la fórmula para el cálculo del Índice de Kelly (IK):

$$IK = \frac{Ca^+}{Ca^+ + Na^+ + Mg^+}$$

Desarrollando esta fórmula con los valores aportados por el laboratorio se obtiene:

$$IK = \frac{8,28}{8,28 + 3 + 1,85} * 100 = 63,06\%$$

Este valor se encuentra por encima del 35% por lo que el riesgo de alcalinización del suelo es pequeño.

## 5.3. RELACIÓN DE SODIO.

Con el cálculo de la relación de sodio se obtiene otro valor sobre el riesgo de alcalinización del suelo, en este caso obteniendo la proporción de sodio soluble utilizando los valores de los cationes calcio, sodio y magnesio. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$R Na^+ = \frac{Na^+}{Ca^{2+} + Na^+ + Mg^{2+}}$$

De esta manera y sustituyendo por los datos aportados por el laboratorio se obtendrá el siguiente valor:

$$R Na^+ = \frac{3}{3 + 8,28 + 1,85} * 100 = 22,84\%$$

El valor obtenido no es de gran magnitud por lo que el agua del pozo será apta para el riego de la plantación.

#### 5.4. DUREZA.

La dureza del agua viene determinada por la concentración de calcio y magnesio en ella. Para expresar la dureza del agua se van a utilizar los grados franceses, para ello previamente hay que convertir los valores de los iones en concentración expresada en g/l:

$$\text{Ca}^{2+} = 8,28 \text{ meq/l} * 20,04 \text{ mg/meq} = 165,93 \text{ g/l.}$$

$$\text{Mg}^{2+} = 1,85 \text{ meq/l} * 12,16 \text{ mg/meq} = 22,49 \text{ g/l.}$$

A partir de las concentraciones en g/l ya se aplica la siguiente formula:

$$\text{Grados Franceses} = \frac{[(\text{Ca}^{2+} * 2,5) + (\text{Mg}^{2+} * 4,12)]}{10}$$

En la que introduciendo los datos de concentración de calcio y magnesio se obtiene el valor de los grados franceses:

$$\text{Grados Franceses} = \frac{[(165,93 * 2,5) + (22,49 * 4,12)]}{10} = 50,74$$

Tal y como se muestra en la imagen siguiente se trata de un agua dura.

**Ilustración 3: Dureza del agua expresada en grados franceses. Fuente: Imagen extraída de internet.**

| Tipo de agua    | mg/l    | °fH       |
|-----------------|---------|-----------|
| Agua muy blanda | 0-79    | 0 – 7,9   |
| Agua blanda     | 80-149  | 8 – 14,9  |
| Agua media      | 150-329 | 15 – 32,9 |
| Agua dura       | 330-549 | 33 – 54,9 |
| Agua muy dura   | >= 550  | >= 55     |

Al tratarse de un agua dura el principal inconveniente que surgirá es el posible taponamiento de los goteros, para ello se hará un control aleatorio de ellos en el momento del riego observando aquellos que presenten dificultades y limpiando o

sustituyendo los que fueran necesarios para el buen funcionamiento del equipo de riego.

## 6. CLASIFICACIÓN.

La clasificación del agua se basa en la combinación de algunos de los índices de segundo grado vistos anteriormente.

### 6.1. NORMAS RIVERSIDE.

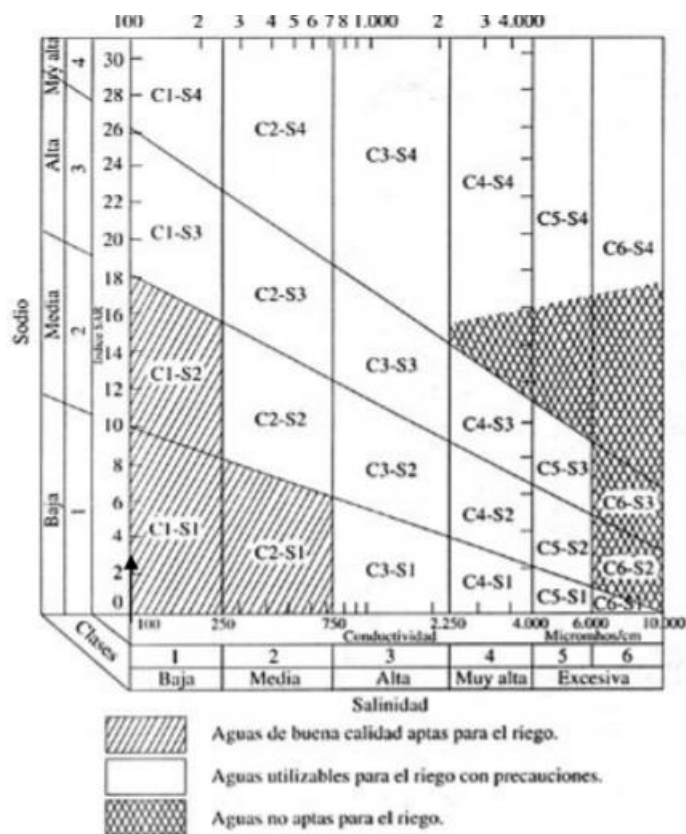
En estas normas se combina la conductividad eléctrica y el SAR del agua. En función de la conductividad eléctrica se le asignará un índice que comienza con la letra C determinado por la tabla que se muestra a continuación y para el SAR igualmente otro índice que comienza por la letra S.

**Tabla 2: Clasificación de las aguas según las normas Riverside. Fuente: Blasco y de la Rubia (laboratorio de suelos IRYDA,1973).**

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C <sub>1</sub> | Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad.                                                                                                                                                                                                                   |
| C <sub>2</sub> | Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.                                                                                                                                                                                |
| C <sub>3</sub> | Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.                                                                                                                                                |
| C <sub>4</sub> | Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar las sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.                                                                                            |
| C <sub>5</sub> | Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente.                                                                                                                                                                                                               |
| C <sub>6</sub> | Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| S <sub>1</sub> | Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.                                                                                                                                                                                     |
| S <sub>2</sub> | Agua con contenido medio en sodio, y por lo tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario |
| S <sub>3</sub> | Agua con alto contenido en sodio y gran peligro de acumulación de sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo. También se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes copiosos de riego.                                                       |
| S <sub>4</sub> | Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones apuntadas.                                                                                                                                                                                     |

Con los datos obtenidos anteriormente puede clasificarse esta agua como C<sub>1</sub>: Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos; y como S<sub>1</sub>: Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos.

Según esta clasificación se pueden establecer diferentes tipos de aguas: aptas para el riego o no aptas para el riego, esta clasificación viene marcada por el siguiente gráfico. En este gráfico puede observarse como el agua de riego del pozo obtiene una clasificación C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> por lo que se considera como agua de buena calidad apta para el riego.



**Gráfico 1: Clasificación de las aguas de riego según las normas Riverside. Fuente: Blasco y de la Rubia (laboratorio de suelos IRYDA,1973).**

## 6.2. NORMAS FAO.

La FAO propone una clasificación del agua en función de su conductividad eléctrica, y por lo tanto, de las restricciones de uso para evitar la salinización del suelo. La tabla de valores propuesta por la FAO es la siguiente:

**Ilustración 4: Restricciones de uso de agua de riego impuestas por la FAO para prevenir la salinización del suelo. Fuente: Universidad Nacional de la Pampa, Facultad de Agronomía.**

| Causa y efecto |     |       | Grado de restricción de uso |                   |           |
|----------------|-----|-------|-----------------------------|-------------------|-----------|
|                |     |       | Ninguno                     | Ligero a moderado | Severo    |
|                |     |       | (N)                         | (L a M)           | (S)       |
| Salinidad      |     |       | CEa < 0,7                   | CEa 0,7 - 3       | CEa > 3   |
| Sodicidad      | RAS | 0-3   | CEa > 0,7                   | CEa 0,7-0,2       | CEa < 0,2 |
|                | RAS | 3-6   | CEa > 1,2                   | CEa 1,2-0,3       | CEa < 0,3 |
|                | RAS | 6-12  | CEa > 1,9                   | CEa 1,9-0,5       | CEa < 0,5 |
|                | RAS | 12-20 | CEa > 2,9                   | CEa 2,9-1,3       | CEa < 1,3 |
|                | RAS | 20-40 | CEa > 5                     | CEa 5-2,9         | CEa < 2,9 |

En este caso el valor de la conductividad eléctrica es 1,34mmhos/cm por lo que se encuentra en el grupo de riesgo ligero a moderado, considerando que el valor está más próximo a 0,7 que a 3 se estima que no existe riesgo puesto que no se va a aportar una gran cantidad de agua, aunque es un valor que se controlará periódicamente. Atendiendo al hecho de la sodicidad del terreno nos encontraríamos en una situación de SAR igual a 1,33 y conductividad eléctrica mayor que 0,7 por lo que el riesgo es nulo.

### 6.3. NORMAS WILCOX.

Las normas Wilcox aportan una clasificación del agua de riego en función de la conductividad eléctrica y del porcentaje de sodio existente respecto al total de cationes. En primer lugar hay que calcular el porcentaje de sodio:

$$\%Na = \frac{Na^+}{Ca^{+2} + Na^+ + K^+ + Mg^{+2}} * 100$$

$$\%Na = \frac{3}{8,28 + 3 + 0,05 + 1,85} * 100 = 22,76\% Na.$$

Considerando este valor del porcentaje de sodio y el valor de la conductividad eléctrica, 1,34mmhos/cm se utiliza la siguiente gráfica para determinar la calidad del agua.

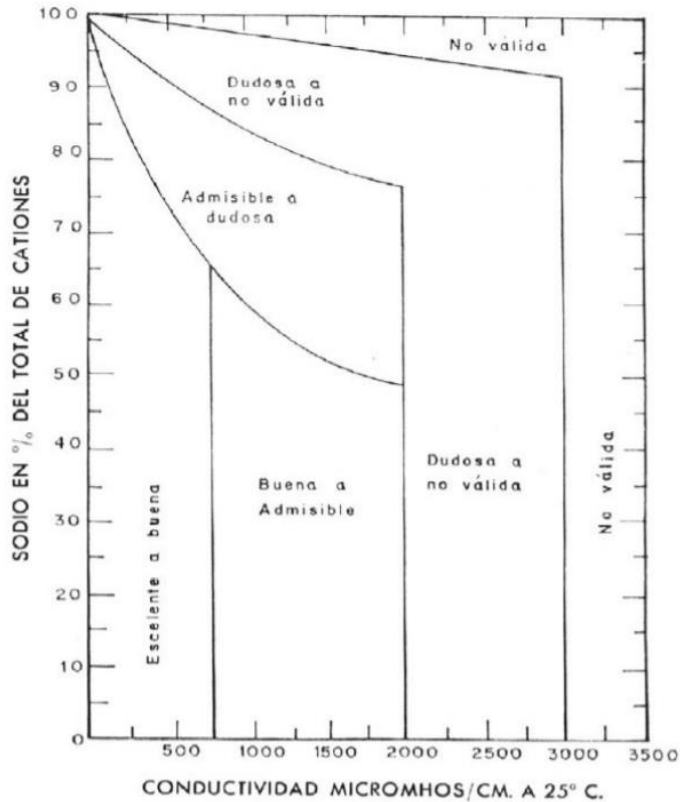


Gráfico 2: Clasificación de la calidad del agua de riego según el método Wilcox. Fuente: Universidad Nacional de la Pampa, Facultad de Agronomía.

Atendiendo a este gráfico puede clasificarse el agua de riego del pozo como un agua de calidad buena.

## 7. CONCLUSIONES.

Tras interpretar todos los parámetros obtenidos en el análisis del agua del pozo es posible afirmar que es un agua que por sus características puede ser destinado, en este caso, al riego de la plantación propuesta. A continuación se van a exponer los parámetros estudiados así como su valoración con respecto la calidad del agua:

- El valor obtenido de pH es de 7,4; este valor se encuentra dentro del óptimo para el uso como agua de riego.
- La conductividad eléctrica toma un valor de 1,34mmhos/cm, estando clasificado este valor como bueno a marginal pero encontrándose más próximo a bueno.
- En cuanto a las sales, estas se encuentran en unos valores normales por lo que no se espera que puedan causar problemas. Así mismo, los iones presentes no se estiman posibles daños por su cantidad, puesto que no es excesiva.
- El valor de la relación de adsorción de sodio es de 1,33, siendo muy inferior a 15 por lo que se trata de un agua de una calidad aceptable.

- El riesgo de alcalinización del suelo por el uso de esta agua es pequeño y viene dado por el Índice de Kelly, obteniéndose un valor de 63,06%.
- Se trata de un agua dura puesto que el valor de los grados franceses es de 50,74.

El hecho de tratarse de un agua dura será el principal inconveniente para el uso del agua en el riego de la plantación puesto que existe la posibilidad de que se produzca la obstrucción y taponamiento de los goteros del equipo de riego, requiriendo de su limpieza o sustitución. Por ello será de vital importancia una revisión de estos elementos en el momento de la puesta en marcha del riego. Con la excepción de la dureza del agua, las normas y clasificaciones indican que es un agua de buena calidad para el riego, por lo que no se espera que surjan problemas derivados de su uso.

## **ANEJO V: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**



## ÍNDICE

|      |                                                           |    |
|------|-----------------------------------------------------------|----|
| 1.   | INTRODUCCIÓN.....                                         | 3  |
| 2.   | ELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO.....                           | 3  |
| 3.   | VARIEDADES.....                                           | 4  |
| 3.1. | ELECCIÓN DE VARIEDADES.....                               | 4  |
| 3.2. | PLANTA INJERTADA O INJERTO EN CAMPO.....                  | 7  |
| 3.3. | DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PLANTACIÓN.....               | 8  |
| 3.4. | ELECCIÓN DEL MARCO DE PLANTACIÓN.....                     | 9  |
| 4.   | SISTEMA DE RIEGO.....                                     | 10 |
| 5.   | MANTENIMIENTO DEL SUELO.....                              | 11 |
| 6.   | RECOLECCIÓN.....                                          | 12 |
| 7.   | TRANSFORMACIÓN DEL PRODUCTO.....                          | 13 |
| 8.   | CONEXIÓN A RED O GENERACIÓN ELÉCTRICA POR RENOVABLES..... | 18 |

## **1. INTRODUCCIÓN.**

En el presente anejo se contemplan todas las alternativas estudiadas y contempladas a la hora de la redacción de este proyecto.

## **2. ELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO.**

La primera decisión a la hora de redactar este proyecto ha sido la elección de la parcela/s sobre las que se va a realizar. Para ello se han tenido en cuenta muchos aspectos pero todos ellos condicionados sobre una decisión del promotor, qué la plantación se realice sobre terrenos que ya son de su propiedad, para evitar gastos de renta o de compra del terreno. Se estudian dos zonas para ubicar esta plantación. La primera de ellas se trata de una zona de vega bajo una ladera, esta zona en concreto se ubica orientada al norte; la segunda zona es una zona más alta, de menor pendiente y orientada al sur.

La primera zona se contempla como posible emplazamiento del proyecto pero su elevada pendiente, del 14%, y su orientación norte son condicionantes para tomar la decisión de no tomarla como emplazamiento definitivo. Esto se debe a que en las zonas de vega, y más concretamente orientadas al norte son una zona en las que las nieblas son frecuentes, y el riesgo de helada por irradiación en los meses de floración y cuajado del fruto es mayor que en las otras zonas. Además para concentrar una superficie de aproximadamente 4 hectáreas o 5, superficie buscada por el promotor, sería necesario realizar la plantación en ambos lados de un camino o adquirir la finca de otro propietario, incrementando costes.

En el caso de la segunda zona, se ubica en el paraje conocido como “cerrada de las pozuelas”, una zona de mayor altitud que la anterior pero con mejores características de cara a las necesidades y condicionantes del proyecto. Este emplazamiento consta de 4,4 hectáreas todas ellas de la propiedad del promotor, divididas en 5 parcelas distintas. La pendiente media de la zona es de aproximadamente el 5% y su orientación es sur, por lo que se favorece la incidencia de la radiación solar durante un mayor número de horas que en emplazamiento de vega.

Además, el terreno es cogido cuenta con la existencia de un pozo, del cual se obtendrá el agua necesaria para el riego del cultivo. Sobre el agua extraída del pozo se realizó un estudio del agua, obteniéndose unos resultados óptimos para la utilización de esta agua para el riego de los cultivos.

Existen otros terrenos de la propiedad del promotor, pero son descartados previamente por la orografía y por la lejanía con el resto de parcelas de la propiedad principalmente, lo que supondría elevar el presupuesto al comprar terrenos.

### 3. VARIEDADES.

#### 3.1. ELECCIÓN DE VARIEDADES.

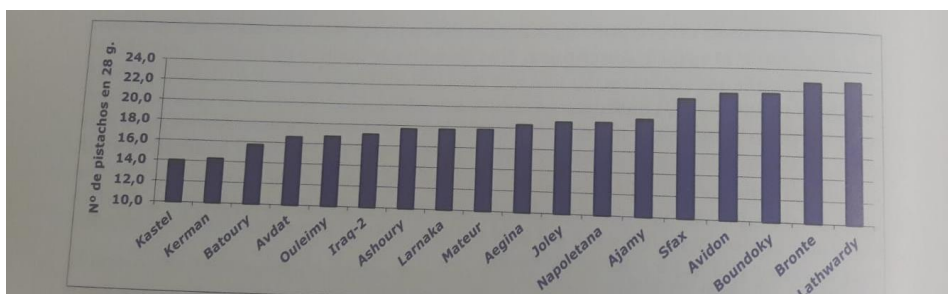
El pistachero consta de árboles masculinos y femeninos, por lo tanto será necesario incluir un número de 1 árbol masculino cada 8-10 árboles femeninos. Estos árboles no tienen por qué ser de la misma variedad, pudiendo ser de diferentes variedades como en este caso.

Se pueden diferenciar dos tipos de variedades, tempranas y tardías. Las variedades tempranas tienen un periodo de floración que se inicia antes que en las variedades tardías. La decisión por un grupo o por otro viene dado por heladas primaverales, ya que las variedades tempranas florecen durante el final del mes de marzo y la mitad de abril siendo esas fechas unos momentos en los que la probabilidad de helada es alta. Por lo tanto se optará por una variedad tardía dado que estas florecen prácticamente durante la última quincena de abril, siendo en estos momentos la probabilidad de helada que a primeros de mes.

Para la elección del cultivar o variedad se toma como referencia los resultados del centro de investigación agroalimentaria “El Chaparrillo”, el cual lleva trabajando con este cultivo desde 1988. Desde este centro se ha llevado a cabo el cultivo y caracterización de diferentes variedades de acuerdo a los factores de interés agronómico de la región de Castilla-La Mancha.

Dentro de las variedades tardías femeninas se estudian principalmente únicamente dos por decisión del promotor: Kerman y Kastel. Dado que ambas variedades son tardías se procede al estudio de la calidad del fruto de cada uno; Respecto al tamaño y forma del fruto ambos poseen un tamaño de fruto grande, por lo tanto el número de pistachos en una onza (28g) será menor que el del resto pues son los frutos más grandes. Esto puede verse representado en la siguiente ilustración.

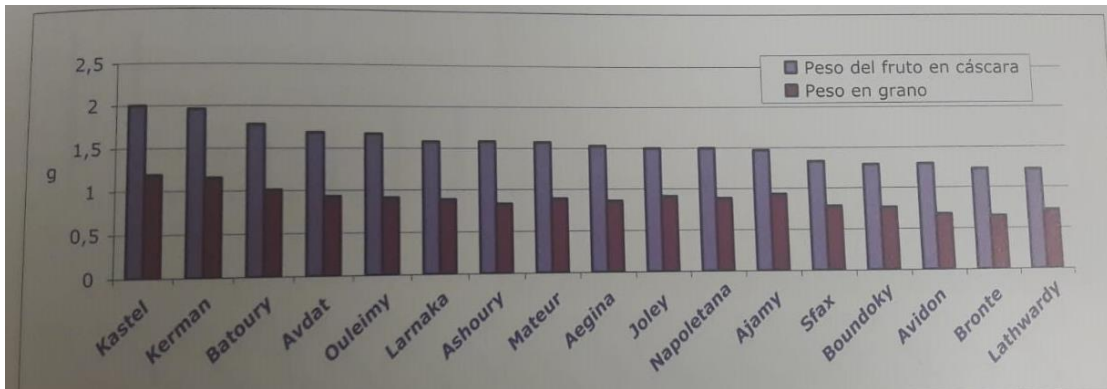
**Ilustración 1: Calibre de los frutos en número de pistachos por onza de diferentes variedades observadas en el centro agrario El Chaparrillo. Fuente: El cultivo del pistacho.**



El peso del pistacho se mide por el peso seco del pistacho en grano al 7%, de esta manera se han podido observar diferencias significativas entre el grupo de variedades de mayor peso como Kerman y Kastel y con el resto de variedades, pero entre las variedades estudiadas no hay variaciones significativas. Otro factor de calidad del fruto es el rendimiento grano/cáscara, encontrándose de nuevo estas dos variedades en

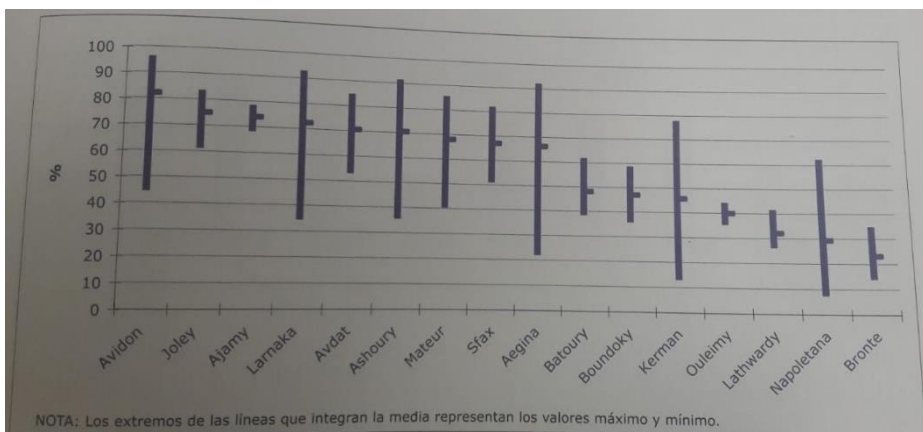
valores muy próximos. Estos aspectos se representan a continuación en la ilustración 2.

**Ilustración 2: Relación entre el peso del pistacho en grano y en cáscara para cada variedad estudiada en el centro agrario El Chaparrillo. Fuente: El cultivo del pistacho.**



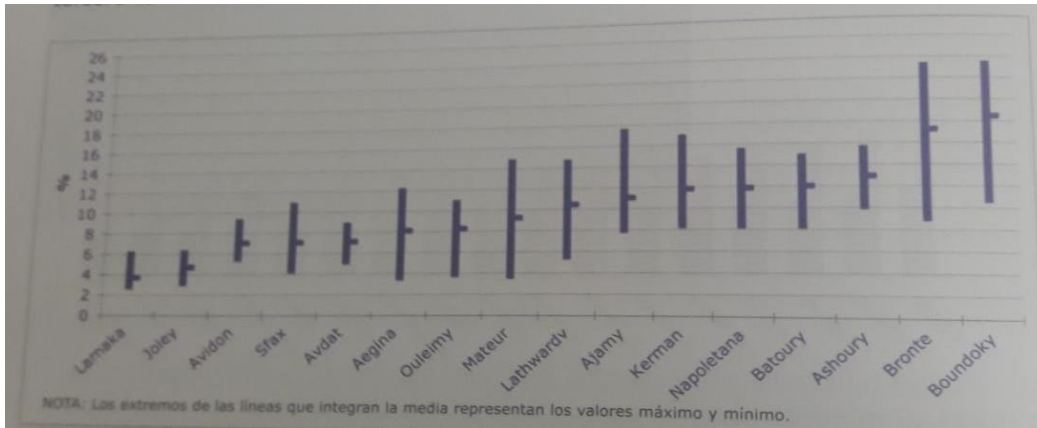
El porcentaje de abiertos es un aspecto a tener en cuenta, en este caso no se tienen datos sobre la variedad Kastel, pero sí de Kerman, para la cual se establece un 45% de frutos abiertos. En este caso el valor de kerman está supeditado a su cultivo en condiciones de cultivo menos favorables que el resto de variedades, por lo que su valor desciende pese a que su valor máximo se acerca a los valores de las variedades con mayor porcentaje de abiertos. Estas condiciones se presentan a continuación en la ilustración 3.

**Ilustración 3: Porcentaje de frutos abiertos de cada variedad analizada en el centro agrario El Chaparrillo. Fuente: El cultivo del pistacho.**



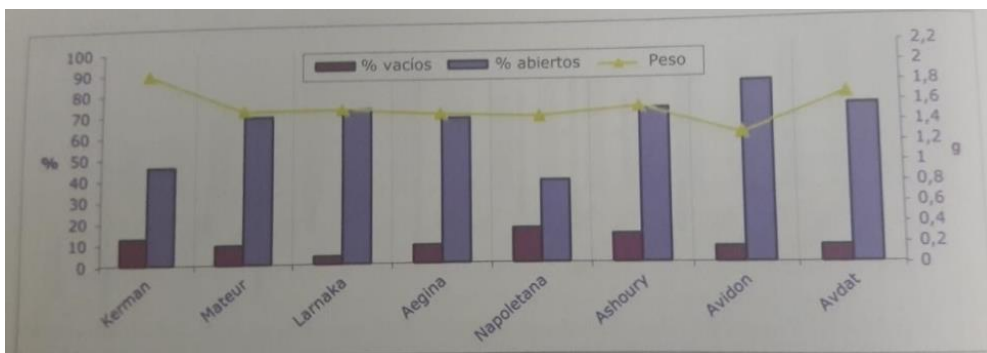
El porcentaje de frutos vacíos también es uno de los factores analizados en el centro agrario El Chaparrillo, según sus observaciones se obtiene un porcentaje de vacíos para la variedad Kerman del 12%, de la variedad Kastel no existen datos. La grafica en la que se encuentran representados el porcentaje de vacíos de todas las variedades observadas por este centro se encuentran en la ilustración 4.

**Ilustración 4: Porcentaje de frutos vacíos para las variedades estudiadas en el centro agrario El Chaparrillo. Fuente: El cultivo del pistacho.**



A continuación se muestra un gráfico en el que se representa la relación existente entre la calidad del fruto de algunas variedades expresada por los porcentajes de abiertos y vacíos, junto a la media de su peso seco en cáscara. Para la variedad Kastel no existen todos estos datos, por lo que se encuentra en el gráfico.

**Ilustración 5: Relación entre la dehiscencia y los frutos vacíos de las variedades analizadas en el centro agrario El Chaparrillo. Fuente: El cultivo del pistacho.**



De esta manera, y al tener muchos más datos de la variedad Kerman será esta la utilizada como variedad hembra de la plantación.

Una vez elegida la variedad femenina se ha de escoger la variedad masculina que polinizará los árboles. Se va a optar por la elección de una variedad masculina principal, aunque se incluirán en la plantación otros polinizadores. Para la variedad principal se escoge a Peter ya que es la variedad que mejor sincroniza la floración con Kerman. Se incluirán en un porcentaje de un 1-2% polinizadores de la variedad Guerrero y Chaparrillo, ambos de floración más tardía, y también se incluirá un polinizador más temprano como es C Especial. El hecho de combinar estas variedades se basa en conseguir una fecundación óptima de las hembras.

Una vez elegidas las variedades masculinas y femeninas se va a efectuar un estudio de la posibilidad de implantar el árbol ya injertado o llevarse a cabo el injerto en campo.

### 3.2. PLANTA INJERTADA O INJERTO EN CAMPO.

Ante esta situación pueden aportarse diferentes soluciones. El hecho de plantar una variedad sin pie se desecha previamente. Se destaca por lo tanto la opción de adquirir la planta ya injertada desde el vivero, o realizar la plantación de los pies en un año y en el año posterior realizar el injerto en el campo.

Es una decisión del promotor el hecho de adquirir planta ya injertada directamente del vivero por las siguientes características que presenta este material vegetal:

- Plantación más homogénea.
- Se adelanta un año con respecto al injerto en campo, por lo que desde el momento de inicio se estima en un año el adelanto de la entrada en producción.
- Menores necesidades de mano de obra cualificada para llevar a cabo el injerto.
- Se eliminan las reposiciones de material vegetal por fallos en el injerto.
- Mayor sanidad vegetal.

Pese a ello este sistema presenta los inconvenientes de tener un coste más elevado, así como la dependencia de la combinación deseada entre variedad y portainjerto en el vivero.

En cuanto a la elección de planta injertada, bien en campo o de vivero, no se ha tenido en cuenta la posibilidad del cultivo de una variedad únicamente sobre el terreno. El promotor decide que se tiene que realizar con un pie o patrón distinto a la variedad. En este caso se van a plantear diferentes tipos de pie sobre los que se desarrollará la variedad Kerman.

De nuevo para la elección del pie se tienen en cuenta los estudios realizados sobre diferentes variedades por el Centro de Mejora Agraria El Chaparrillo, pues hoy en día es el centro que mayores avances ha obtenido en el cultivo del pistacho. En el CMA se han estudiado los siguientes pies: *Pistacia terebinthus*, *P. atlántica*, *P. integerrima* y *P. vera*. Todos ellos han respondido bien en cuanto a producción y a adaptación del terreno, así como la resistencia al frío a excepción de *Pistacia integerrima*. Por lo tanto se descarta previamente esta variedad ya que las heladas ocasionadas durante el mes de marzo le afectan, además de que la brotación de este pie se adelanta significativamente con respecto al resto, lo que le hace vulnerable a los primeros hielos primaverales. En cuanto a la producción y en los nueve años siguientes al injerto no se han apreciado diferencias significativas entre estas variedades. Según los datos recogidos por el CMA no existen diferencias entre los cuatro pies para el porcentaje de frutos abiertos. Sin embargo, para frutos vacíos *P.terebinthus* y *P. atlántica* destacan significativamente con un menor porcentaje respecto a los otros dos. Respecto al vigor, durante los seis primeros años ya se encuentran diferencias significativas entre los pies estudiados, diferenciándose un grupo de árboles de mayor vigor (*P. atlantica* y *P. terebinthus*); el segundo grupo lo componen arboles de menor vigor (*P. integerrima* y *P. vera*). En función de la resistencia a plagas y enfermedades no se han apreciado diferencias significativas que hagan elegir un pie por esta característica. En la ilustración 6 se muestra una tabla a modo de resumen de las características de las cuatro variedades de pies.

**Ilustración 6: Características de los diferentes pies estudiados en el CMA El Chaparrillo. Fuente: revista Fruticultura nº 150: Elección de variedad y portainjerto en Castilla-La Mancha.**

| Característica | <i>P. integerrima</i> | <i>P. terebinthus</i>                  | <i>P. atlantica</i>               | <i>P. vera</i>           | Otros                                          |
|----------------|-----------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------|
| Vigor          | Alto                  | Moderado                               | Alto                              | Bajo                     | Los más vigorosos los híbridos UCB-1 y PGII    |
| Afinidad       | Buena                 | Buena                                  | Buena                             | Buena                    | Incompatibilidad con híbridos (EEUU)           |
| Longevidad     | SD                    | Gran longevidad                        | SD                                | Más de 150 años          | Más de 40 años con <i>P. lentiscus</i>         |
| Frío           | Muy sensible          | Muy buena resistencia                  | Sensibilidad media                | Buena resistencia        | UCB-1 menos sensible que <i>P. integerrima</i> |
| Salinidad      | SD                    | Más resistente que <i>P. atlantica</i> | Más resistente que <i>P. vera</i> | Moderadamente resistente | SD                                             |
| Rusticidad     | SD                    | Muy buena                              | Buena                             | Buena                    | SD                                             |
| Caliza         |                       |                                        | Buena resistencia                 |                          |                                                |

SD = Sin datos.

Dado estas condiciones propias de cada variedad se escoge como pie a *Pistacia terebinthus*. Esta elección es debida al vigor medio buscado por el promotor para reducir el marco de plantación; una buena afinidad con la variedad kerman; gran longevidad y por ser una variedad con muy buena resistencia al frío, a la salinidad y una gran rusticidad. Por lo tanto se considera que este pie será el que mejor se adaptará a las condiciones edafoclimáticas del proyecto además injertando sobre este la variedad Kerman se obtienen unos porcentajes de frutos vacíos y abiertos deseables, como se representa en la ilustración 7.

**Ilustración 7: Comportamiento de la variedad Kerman sobre diferentes portainjertos. Fuente: revista Fruticultura nº 150: Elección de variedad y portainjerto en Castilla-La Mancha.**

| Portainjerto          | % frutos vacíos |              |                 |                 | % frutos abiertos |              |                 |                 |
|-----------------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------|-----------------|-----------------|
|                       | Media*          | Error típico | Límite inferior | Límite superior | Media*            | Error típico | Límite inferior | Límite superior |
| <i>P. atlantica</i>   | 11,839 a        | 1,239        | 9,262           | 14,415          | 48,930 a          | 4,009        | 40,592          | 57,268          |
| <i>P. terebinthus</i> | 8,592 a         | 1,385        | 5,711           | 11,473          | 47,027 a          | 4,483        | 37,705          | 56,349          |
| <i>P. integerrima</i> | 18,717 b        | 2,771        | 12,956          | 24,479          | 30,510 a          | 8,965        | 11,866          | 49,154          |
| <i>P. vera</i>        | 17,590 b        | 1,752        | 13,946          | 21,233          | 45,334 a          | 5,670        | 33,542          | 57,125          |

### 3.3. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PLANTACIÓN.

La plantación de los árboles puede realizarse de dos maneras, una de ellas es la plantación total de la superficie en un año y otra es la plantación en dos años consecutivos.

El pistacho es un árbol, al igual que muchos otros frutales, que tiene como característica la “vecería” o producción alterna, por la cual las producciones entre años consecutivos son diferentes; a un año de gran cantidad le sigue un año de menor cantidad. En el pistacho es más característico que en los demás frutales, se trata de un proceso fisiológico, muy estrechamente vinculado a la genética de la especie, a la

acumulación de reservas y a las señales de tipo hormonal que se trasladan a las yemas, como la diferenciación floral y la caída. En esta diferencia productiva bianual entran en juego otros factores externos como los relacionados con los cuidados de la plantación o el tipo de portainjerto entre otros, pero sobre todo los relacionados con la climatología. Por lo tanto esta característica se considera como un mecanismo de autorregulación del árbol en función de las reservas que pueda almacenar en un año y que no debe considerarse como algo negativo. En respuesta a este mecanismo la producción sobre las ramas laterales va consolidándose como un modelo de producción alternante, intensificándose con el paso de los años.

La alternancia productiva en una plantación va igualándose con el paso del tiempo ya que en este ciclo bianual comienzan a actuar desde el momento del inicio del cultivo unas condiciones climáticas iguales para todos los árboles, con lo cual al cabo de varios años la respuesta fenológica y fisiológica va a ser la misma.

De esta manera, y con el fin de conseguir una producción más o menos constante anualmente se opta por la plantación en dos fases, es decir en dos años consecutivos. La superficie que se plantará cada año se determinará más adelante, pero se establecerá en la mitad de superficie cada año.

### **3.4. ELECCIÓN DEL MARCO DE PLANTACIÓN.**

El marco de plantación es la distancia que deben guardar entre sí los árboles una vez plantados. Está definido por la distancia entre las líneas de la plantación, lo que marca la anchura de la calle, y por la distancia entre árboles dentro de cada línea. El marco de plantación está determinado por la densidad de plantación (nº de plantas/ha), que a su vez depende del tamaño del árbol y del sistema de formación.

Existen numerosos tipos de marcos de plantación siendo los más comunes el marco real, marco rectangular, marco hexagonal o a tresbolillo, marco a cinco de oros o la plantación siguiendo las curvas de nivel. En este caso se va a optar por el marco rectangular ya que es el tipo de marco que aporta un mayor aprovechamiento del terreno al aproximar al máximo los árboles dentro de cada línea. De esta manera se deja una distancia menor entre los árboles que conforman una misma línea pero se mantiene una mayor distancia entre líneas o anchura de calles, lo que va a facilitar el tránsito de la maquinaria. Si bien, cabe destacar que a medida que se disminuye la separación entre árboles de una misma línea se aumenta el sombreado, lo cual es contraproducente y habrá que considerar a la hora de la elección del marco definitivo. La tendencia actual está en el mantenimiento de una anchura de calles suficiente para el paso de la maquinaria pero con la reducción de la distancia entre árboles de la línea, lo cual hace que se trate de sistemas muy intensivos de cultivo en espaldera. Los marcos de plantación rectangulares dependen de la especie y variedad cultivada pero se mueven en valores cercanos a 5x4, 6x4, 7x4, 8x2,5, 7x6, 7x5...

En este caso el marco de plantación va a ser ajustado en función de las características del suelo (ver Anejo III: Estudio edáfico) y de la disponibilidad de agua de riego. Dado que las características del suelo son óptimas, y la disponibilidad de agua de riego no es un factor limitante se podrá ajustar en mayor medida este marco. A menores



recursos hídricos, terrenos más pobres y de escasa profundidad se tiende a aumentar el marco; en este caso los recursos hídricos son suficientes y el terreno es apto para poder soportar un marco de plantación más denso. Dado que tanto la variedad como el portainjertos son de vigor medio se tiende a la elección de distancias entre arboles menores. El marco de plantación más común en la mayoría de las plantaciones de Castilla-La Mancha, Andalucía y Extremadura tanto en secano como en regadío es de 7x6 m aunque, según el CAC "El Chaparrillo", las distancias más indicadas serían de 7x7 dado su poca profundidad de suelo y disponibilidad de agua. Según este centro de investigación el marco mínimo favorable sería de 7x6 m en regadío aumentando el beneficio a medida que aumenta el marco de plantación. En el caso de este proyecto y puesto que no existen plantaciones cercanas para tomar como ejemplo se va a establecer una anchura de calles de 7 metros, para favorecer el paso de la maquinaria sin causar daño sobre los árboles. En el caso de la separación entre arboles de una misma línea se determina una distancia de 5 metros, con el fin de aumentar el número de árboles por hectárea y por lo tanto incrementar la producción final. Se trata de unas distancias que se adaptan perfectamente a la variedad elegida, de vigor medio, y a las condiciones edáficas y de disponibilidad de agua, por lo que se espera que este marco de plantación sea el que mayor beneficio pueda reportar.

De esta manera se establece un marco de plantación rectangular, donde la distancia entre calles será de 7 metros, con el objeto de facilitar la recolección y el paso de maquinaria para el mantenimiento del suelo. La separación entre árboles será de 5 metros. De esta manera el marco de plantación será de 7x5m.

Una vez definido el marco de plantación hay que considerar la orientación de las filas. Para definir este aspecto hay que centrarse en la iluminación, la dirección de los vientos dominantes y la forma o contorno de la parcela. La dirección predominante de los vientos es la dirección Oeste, esta será fundamental para la colocación de los árboles macho, con el objetivo de mejorar la polinización viéndose favorecida por el viento. La forma de la parcela es similar a un rectángulo, encontrándose la longitud máxima en orientación Sureste-Noroeste. Por lo tanto, y pese a que la máxima iluminación se obtendría con una plantación con orientación de filas Norte-Sur, se va a proceder a orientar las filas siguiendo la línea de máxima longitud del contorno de la parcela con el objetivo de maximizar el número de árboles y facilitar el manejo. Posteriormente, en el diseño de la plantación se establecerán las diferentes posiciones de los arboles polinizadores.

#### **4. SISTEMA DE RIEGO.**

Dentro del gran número de sistemas de riego que existen se va a optar por el riego por goteo, ya que es el más racional desde el punto de vista del aprovechamiento del agua. Podría optarse también por riego por aspersión pero se rechaza para esta utilización.

El sistema de riego se diseñará en otros apartados del proyecto, pero para las plantas jóvenes se establecerán 2 goteros por árbol, mientras que conforme avance su

crecimiento y desarrollo se añadirán más, alcanzando un número de 4 goteros por árbol, que por facilidad de manejo se establecerán en el primer momento.

El agua de riego podría obtenerse de la red de abastecimiento local, pero al encontrarse el emplazamiento más elevado que el municipio y a gran distancia se considera esta opción como inviable; por lo tanto se va a llevar a cabo la explotación del pozo existente en la parcela.

Para la extracción del agua del subsuelo se puede llevar a cabo de varias formas, a partir de un generador de electricidad a gasolina o gasoil, con conexión a la red o por energías renovables. Debido a que la conexión supondría un tendido eléctrico de un kilómetro de longitud el coste sería elevado, la opción de generador también se desecha y se opta por las energías renovables, en concreto por la solar fotovoltaica.

Se escoge como fuente de energía a la energía solar fotovoltaica para introducir en este proyecto innovación y sobre todo para llevar a la plantación a una mayor sostenibilidad y concienciación medioambiental.

## **5. MANTENIMIENTO DEL SUELO.**

Para el mantenimiento del suelo de la plantación se contemplan dos condiciones, una de ellas es conservar el suelo desnudo, y otra es mantener el suelo con una cubierta vegetal.

Dentro del mantenimiento del suelo desnudo existen varias formas de conseguirlo. La primera de ellas es la consecución del suelo desnudo mediante laboreo. El principal objetivo de este sistema es la eliminación de malas hierbas, el control de plagas, mejorar el desarrollo del árbol al favorecer el crecimiento de la raíz en profundidad, también se ve beneficiado desde el aspecto nutritivo; otro factor que favorece el laboreo es el aireado del perfil labrado y la regeneración de la estructura del suelo. Esta técnica es la más aconsejable para este cultivo en la mitad sur peninsular, en las zonas de secano con baja precipitación estival. Como aspectos negativos de esta técnica pueden mencionarse un mayor grado de erosión en el suelo y mineralización de la materia de materia orgánica, lo que hace aumentar la dosis de abonado mineral, y la consecuencia de mayor relevancia es la mayor probabilidad de heladas primaverales. Estas heladas primaverales están ocasionadas por un mayor contenido de aire en la capa superficial de un terreno labrado y, por tanto, menor conducción del calor en profundidad, además de que la desecación de las capas más superficiales resta calorías a las más profundas. Es destacable que encontrándose el suelo desnudo y trabajado el paso de maquinaria en ciertas ocasiones puede verse dificultado, así como se potencia la creación de suela de labor.

Otra manera de mantener el suelo desnudo es mediante no laboreo, especialmente en terrenos en los que el paso de maquinaria para el trabajo del suelo pueden ocasionar una compactación, la cual afectaría negativamente al desarrollo del árbol y al prendimiento del injerto en campo. La rentabilidad futura del cultivo está supeditada a la obtención de frutos de máxima calidad, directa o indirectamente, relacionada con la frecuencia de tratamientos químicos empleados en la eliminación de malas hierbas

y en combatir plagas y enfermedades. Por esta razón no se aconseja abusar de productos químicos.

Una última forma de mantener el suelo desnudo es con acolchado, el cual consiste en cubrir el suelo desnudo, al menos parcialmente con materiales inertes como paja o láminas de plástico. Con esta técnica se eleva la incidencia de plagas y se aumenta la compactación del suelo, por lo que es una técnica descartada desde el primer momento.

La segunda manera de mantener el suelo es con una cubierta vegetal, bien natural o artificial. Esta técnica no es aconsejable en zonas con bajo volumen de suelo, climatología extrema y escasez de agua. Este sistema reduce la escorrentía de agua, mejora las propiedades de los suelos al rebajar la escorrentía superficial del agua, mejora las propiedades de los suelos al disminuir la compactación y la erosión, se produce también una reducción de la nitrificación de los acuíferos con relación a las otras técnicas. Presenta ventajas con respecto al uso de herbicidas como son la reducción de problemas de fitotoxicidad, contaminación o costes. Sin embargo este sistema incrementa la incidencia de malas hierbas, plagas y enfermedades, reduce el volumen explorado por el sistema radicular, aumenta la competencia por agua y nutrientes, favorece las heladas primaverales y exige agua para cubrir las necesidades tanto del cultivo como de la cubierta vegetal. Dentro de esta técnica hay que destacar la cubierta vegetal temporal, por la cual el suelo permanece cubierto durante los meses de invierno y se produce el laboreo para dejar el suelo desnudo durante los meses del periodo vegetativo, de esta manera la competitividad entre la especie que se sembrará como cubierta vegetal no ocasionará competitividad durante los periodos de mayores necesidades de agua por parte del árbol.

Para el presente proyecto se toma la decisión de mantener una cubierta vegetal temporal durante los meses de otoño, invierno y principios de primavera, para seguir con laboreo durante la época estival, es decir durante la temporada de verano. De esta manera se intenta conseguir los beneficios que aportan ambas técnicas: se disminuye la escorrentía de las aguas, disminuye la compactación y erosión, se aplica una cantidad menor de productos químicos, y al ser temporal no supone una competencia para el cultivo ya que se desarrolla fuera de los periodos de máximas necesidades del árbol. Con esto se consigue también mayor facilidad para el paso de la maquinaria en momentos de lluvia o de humedad en el terreno.

## **6. RECOLECCIÓN.**

La recolección puede llevarse a cabo de dos maneras, manual o mecánicamente. En la recolección manual los pistachos se recogen a mano y se transportan de la misma manera hasta el remolque. Este tipo de recogida conlleva la contratación de mucha mano de obra, y la adaptación de los marcos de plantación, de manera que se planta una mayor densidad de árboles con formación en seto.

La recolección mecánica contempla numerosos tipos: vibrador acoplado al tractor y malla sobre el terreno; vibrador de paraguas; vibrador de ramas o incluso máquinas autopropulsadas.

Al poseer el promotor un tractor con pala, se contemplar la recolección mecanizada mediante vibrador de paraguas, desde el cual se descargarán los pistachos sobre un remolque, pero esta opción resulta costosa para la recolección de una superficie menor a 5 hectáreas por lo que no se considera viable.

Se contempla la opción de realizar la recolección mediante vibrador de ramas pero se necesita una persona manejando este vibrador, y tres más encargadas de mover, vaciar y trasladar los frutos y las mallas de árbol en árbol además de un tractorista que transporte el remolque. Pese al mayor número de mano de obra necesaria se opta por esta opción como decisión del promotor. El rendimiento de este tipo de recolección de los frutos será menor que el del paraguas vibrador, pese a ello se puede llegar a obtener rendimientos de 1,5ha por día, por lo que se considera que en tres jornadas de trabajo se recolectaría el 100% de la superficie. Es por este motivo por el que la densidad de plantación será más densa, con un marco de 7x5, recolectando mediante el vibrador de mochila que será adquirido por el promotor.

## **7. TRANSFORMACIÓN DEL PRODUCTO.**

Una vez recolectado el fruto se puede optar por el procesado del producto o por la venta tal cual a una empresa de procesado.

El proceso de transformación que se llevará a cabo en la explotación puede ser completo, desde la recolección hasta su envasado y venta directa para consumo. O se puede optar por una primera limpieza y posterior pelado, vendiéndose de esta manera y necesitando menos consumos de energía pero obteniendo un menor valor añadido del producto generado. El Proceso de transformación comprende desde el pelado, su clasificación y secado hasta la venta envasado, lo cual conlleva un consumo energético elevado como se expone a continuación:

- Primera Limpieza: en primer lugar el producto recolectado se trasladará hasta la nave, donde será descargado y en primer lugar se pasará por una aventadora en la que se separarán ramas, hojas y todas aquellas impurezas no deseadas. Una vez se ha procedido a su limpieza es el momento de llevar a cabo el pelado; el pelado ha de realizarse lo antes posible, es decir, durante las 24 horas posteriores a la recolección. Al realizarlo de esta manera se pretende obtener la máxima blancura de cáscara así como reducir posibles contaminaciones. Hay una norma no escrita entre los productores, que si se recolecta por la mañana ha de ser pelado por la tarde. La maquinaria requerida para esta operación se encuentran oscilando en potencias alrededor de 2-3,5cv.
- Pelado: Dentro del pelado podemos diferenciar dos tipos: el conocido como pelado familiar y el pelado industrial. El pelado familiar está indicado para producciones menores a las 10 toneladas y se basa en la utilización de maquinaria pequeña y diversa, muy eficaces y de alto rendimiento. En numerosas explotaciones se han adaptado la maquinaria del pelado de la almendra, incluyendo unas modificaciones como los rodillos de goma blanda e inyectores de agua. Estas máquinas pueden ser eléctricas o acopladas a la toma de fuerza del tractor. En cuanto al pelado industrial, se encuentra recomendado para producciones que oscilan entre las 10 y las 20 toneladas,

esto es principalmente por el uso de maquinaria que puede desarrollar un mayor trabajo en el menor tiempo posible, para de esta manera efectuar este proceso de la manera más rápida posible. En este tipo de máquinas los frutos recién cosechados se pasan por dos peladoras en serie con agua a presión. Las peladoras requeridas para esta explotación consumen una potencia de 3-3,5cv.

- Secado: Se trata de una operación de vital importancia dentro del procesado de los frutos puesto que el valor nutricional y el sabor final dependen de ello. El fruto recién recolectado posee un 20-50% de humedad, alcanzando un 4-7% tras la fase de secado. El secado ideal es aquel que más se acerque a un secado natural para mantener la máxima calidad organoléptica. Existen diferentes tipos de secado:
  - En dos fases: Primeramente se secan los frutos con aire caliente a 82°C hasta conseguir el 12% de humedad; posteriormente se deja enfriar con aire forzado hasta alcanzar un 4-6% de humedad.
  - Lento: Es un método menos agresivo que el anterior pero mucho más lento, puede realizarse de dos maneras. Una de ellas llevar los frutos hasta el 5-6% de humedad con aire caliente durante aproximadamente 8h, enfriándose posteriormente a temperatura ambiente durante 16h. La otra forma consiste en deshidratar la cosecha hasta un 5,5% de humedad a 55°C y durante unas 16-18 horas, enfriando posteriormente con aire a temperatura ambiente durante 2 horas.
  - A temperatura ambiente: Los frutos una vez pelados se colocan en contenedores pequeños bien ventilados y se secan con la circulación de aire forzado durante 3 días, siempre y cuando el ambiente sea caluroso y con baja humedad relativa. LA capa de frutos de los contenedores no debe superar el metro y medio para evitar fallos en el secado. Es un proceso cómodo y económico pero dependiente de las condiciones atmosféricas del momento.
  - Al sol: Se realiza en el interior de una nave bien ventilada durante 3-7 días hasta que alcanzan un valor del 6-7%. Se trata de un proceso dependiente de la climatología y con elevado riesgo de deterioro de los frutos. Para realizar esta práctica los pistachos se han de colocar sobre mallas en una superficie lisa, evitando el contacto con el suelo y con posibles animales al colocar una mosquitera encima.

Para realizar el secado existen diferentes tipos de secaderos, principalmente verticales y horizontales. Para su funcionamiento requieren del orden de 4500-5000W, o bien grandes cantidades de biomasa o GLP.

- Separación de las diferentes fracciones: Una vez secado el fruto se obtienen diferentes porciones: vacíos, cerrados, llenos, abiertos, manchados, deformes y peludos. Estas diferentes fracciones han de ser separadas por máquinas para obtener la calidad y el tipo de porción deseado.
  - Separación de los frutos vacíos: Para separar este tipo de frutos del resto existen diferentes métodos y equipos. Uno de ellos es utilizar un tanque de flotación en el que mediante un sistema de vibración se produce la separación al quedar los frutos llenos en el fondo, y los

vacíos flotando en la superficie. Otro método consiste en el uso de una aventadora, con la cual mediante una corriente de aire separará los frutos por diferencia de peso. Por último, existe un método que consiste en el uso de máquinas de resonancia; estas máquinas hacen rebotar los frutos sobre una superficie o tubo, este golpe produce una resonancia que se convierte en una señal eléctrica indicando si el fruto se encuentra vacío o lleno y originando un movimiento en unos varillas que separarán los frutos. Los consumos de estas maquinarias son diferentes entre sí, y dependiendo también de la cantidad a procesar, pese a ello las potencias recomendadas para este tipo de explotación oscilan entre los 3cv y los 6cv.

- Separación de los frutos abiertos: La separación de los frutos abiertos del resto se realiza con una separadora de púas o agujas, la cual contiene un tambor cilíndrico en cuyo interior hay una serie de pinchos o púas donde los frutos abiertos quedan enganchados a ellos, siendo retirados de estas por una escobilla. Se trata de una máquina que no requiere de elevada potencia, siendo requerida una potencia de 3,5cv.
- Separación de los frutos cerrados llenos: Esta operación se realiza pasando el fruto varias veces a través de máquinas rotatorias centrífugas a diferentes velocidades, en la que los frutos son lanzados contra las paredes produciéndose la rotura de la cáscara en pequeñas fracciones y dejando el grano intacto, posteriormente ha de necesitarse el paso nuevamente por una aventadora. Este equipo, en el que se incluye la aventadora, precisa una potencia aproximada de 4cv.
- Separación de frutos con defectos: Este es el último paso de la separación de los frutos, en este caso se separaran los frutos deformes, peludos y manchados. Para la separación los frutos manchados y deformes se utiliza una máquina óptica o seleccionadoras fotoeléctricas o por color. Esta máquina es similar a las utilizadas como seleccionadoras de semilla, cuya función es eliminar los frutos que no poseen el color y la forma determinados previamente por el productor. Para la separación de los frutos peludos se utiliza una máquina específica mediante la cual se introducen los pistachos en un cilindro rotatorio, la fuerza de rebote desvía los frutos peludos a un recipiente, depositando los frutos deseados en otro contenedor. La seleccionadora de colores requiere de una inversión mayor que la del resto de la maquinaria, siendo requerida una potencia de 4cv, sin embargo la máquina de separación de frutos peludos es menos costosa y su potencia es de 3cv.
- Calibrado: Es el paso previo al envasado del fruto, con el que se cierra la transformación de los pistachos. Se trata de una fase muy importante para poder ofrecer un producto bastante homogéneo. Para ello se pueden utilizar diferentes tipos de calibradoras; de rodillos, de rejillas o de cuerdas. El funcionamiento de todas ellas es similar, depositando los frutos en diferentes recipientes en función de su tamaño. No son máquinas de gran coste ni requerimiento energético, pues para la explotación es suficiente una máquina de 2cv.

- Envasado: Para realizar esta operación existen diferentes equipos en función del formato; para esta explotación se escogería un equipo que permite el envasado en diferentes envases, por lo que se adapta mejor a la demanda del mercado. Estos equipos tienen un coste elevado, además de que requieren una potencia cercana a los 4cv.

Una vez visto cual sería el proceso de transformación hay que hacer una cuantificación de la potencia requerida para comprobar si esta demanda sería cubierta con la instalación de placas solares fotovoltaicas.

Cabe destacar que no todas las máquinas estarán funcionando continuamente y de manera simultánea, por lo que se va a calcular la potencia necesaria para cada proceso pese a que lo ideal es que se tratase de una cadena:

- Limpieza + Pelado + Secado: Considerando que los motores de la aventadora y de la peladora poseen 3,5cv cada uno, y que van a funcionar de manera simultánea se precisa de una potencia mínima de 5152W. así mismo, cabe destacar que el procesado de secado, cuyo consumo son 5000W, ha de ser inmediatamente posterior, por lo que el secadero funcionaría también conjuntamente con los equipos de limpieza y pelado. De esta manera se obtendría un total de:

$$P_{L+P+S} = 5152W + 5000W = 10152W.$$

Dónde  $P_{L+P+S}$  es la potencia requerida para la fase de limpieza, pelado y secado.

- Separación: La fase de separación ha de comprender cada una de las subfases anteriormente puesto que se trata de un proceso similar a una línea de producción, en la que los frutos serán introducidos en cada una de las máquinas automáticamente y tras pasar por la máquina anterior. Para el cálculo de la potencia se toman los valores medios en cv de los motores de la maquinaria descrita anteriormente y en este caso la potencia de la fase de separación,  $P_{Sep}$ , sería:

$$P_{Sep} = 13984W.$$

- Calibrado + Envasado: Esta fase ha de darse de manera simultánea puesto que el calibrado es un proceso lento, por lo tanto el producto ya clasificado podrá ser envasado. La potencia requerida para la fase de calibrado y envasado,  $P_{C+E}$ , consta de los 2cv del motor de la calibradora y los 4cv de la envasadora y es la siguiente:

$$P_{C+E} = 1472W + 2944W = 4416W.$$

Una vez vistas las potencias requeridas por cada fase cabe destacar que la fase de mayores consumos sería la fase de separación con 13984W, por lo tanto será la situación que se tome como más desfavorable para el cálculo de la posible instalación solar fotovoltaica que la abastezca.

A partir de la potencia calculada como máxima se procede a la estimación del número de paneles solares fotovoltaicos necesarios: considerando paneles fotovoltaicos de 200W y de dimensiones 1,332x0,992 se realiza el supuesto del número de paneles necesarios para cubrir esa demanda:

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{\text{potencia requerida}}{\text{potencia suministrada por el panel}} = \frac{13984W}{200W} = 69,92 \approx 70 \text{ paneles.}$$

Considerando la superficie de la cara sur de la cubierta, con dimensiones de 5,31x15m sería posible la colocación de un número cercano a 50 paneles por la necesidad de orientar hacia el sur estos paneles. Por lo tanto la instalación de estos 50 paneles ofrecería una potencia de 10000W, lo cual es un dato teórico puesto que esa sería la producción en condiciones ideales de irradiación y de eficiencia del equipo. La eficiencia del equipo puede considerarse del 25%, de manera que habría que sobredimensionar ese número de 50 paneles, además de para cubrir este consumo para hacer frente al pico de arranque de los equipos.

Ante esta situación pueden plantearse dos alternativas:

1. La instalación de acumuladores. Esta alternativa es desechada puesto que se trata de equipos de elevado coste y mantenimiento para el uso previsto, el cual se espera que sea en una época concreta del año, teniendo el resto del año consumos ínfimos. Además esta utilización de los acumuladores haría que la vida útil de estos fuera disminuyendo, incrementando los costes de mantenimiento y posibles reemplazos.
2. Ubicar la planta solar fotovoltaica sobre el terreno de la parcela. Esta alternativa también será rechazada puesto que el fin principal es la producción de pistachos y no se pretende perder superficie de cultivo.

Ante esta situación se decide no realizar todo el proceso de transformación del fruto, tratando únicamente las fases de limpieza y pelado para su posterior venta, de esta manera se disminuye mucho la potencia requerida.

Además de la poca disponibilidad de espacio para instalar estas placas solares, el coste generado por la totalidad de la línea de producción así como de la instalación fotovoltaica sería muy elevado, y puesto que se trata de una pequeña explotación la inversión aumentaría notablemente haciendo alterando la rentabilidad del proyecto y disminuyéndola notoriamente.

Para llevar a cabo estas operaciones se van a adquirir una peladora puesto y una aventadora movida por la toma de fuerza del tractor. La peladora que se va a adquirir es similar a las utilizadas tradicionalmente para el pelado de la almendra, la cual dispone de unas modificaciones que la hacen óptima para el pelado de los pistachos. Puesto que se dispone de una maquina movida por el tractor, la peladora que se va a adquirir también será de este tipo, puesto que dimensionar una instalación fotovoltaica para la utilización de una maquina durante un tiempo aproximado de 1 o 2 días incrementaría mucho el coste y además no se utilizaría correctamente. En cuanto al tamaño de las máquinas, ninguna de ellas será de tipo industrial puesto que el volumen de cosecha no es elevado, por lo tanto serán máquinas de volumen de procesado de 10 toneladas.



Una vez pelado el fruto se depositará en la zona de almacenamiento de los frutos, separada del resto de la nave mediante separadores de hormigón prefabricado.

## **8. CONEXIÓN A RED O GENERACIÓN ELÉCTRICA POR RENOVABLES.**

Para la iluminación de la nave y para el abastecimiento de ciertas maquinas se hace necesario disponer de electricidad. Esta puede provenir de dos fuentes: la conexión a la red, o bien la generación en la propia finca mediante alguna fuente renovable.

La red eléctrica más próxima se encuentra a dos kilómetros de nuestra parcela, por lo que el trazado de un tendido eléctrico en esa distancia ocasiona un aumento del presupuesto significativo. Se estima que cada metro lineal de tendido eléctrico oscila entre 40 y 50 €/m lineal, lo cual ocasionaría un coste extra comprendido entre 80000 y 100000€. La opción de trasladar la línea soterrada se descarta dado que existen numerosos propietarios de fincas alrededor, por lo que el trámite administrativo comprende una gran dificultad, así como su elevado coste. Además el consumo eléctrico en la explotación será puntual y no de gran potencia, por lo que esa inversión tardaría muchos años en poder amortizarse. El consumo estimado, una vez descartado la transformación completa del producto no es elevado por lo que con una serie de placas solares colocadas sobre la cubierta de la nave será suficiente para su abastecimiento.

La opción de la generación eléctrica por renovables será la opción elegida, dado que no se necesitan grandes cantidades de energía, por lo que ubicando sobre la cubierta un número de placas solares fotovoltaicas serían suficientes para el autoabastecimiento. De esta manera se aprovecha un recurso natural como es el sol para la producción eléctrica.

## **ANEJO VI: FOTOGRAFÍAS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.**









## **ANEJO VII: MATERIAL VEGETAL**

## ÍNDICE

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                 | 4  |
| 2. LA ESPECIE.....                                   | 4  |
| 2.1. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....                     | 4  |
| 2.2. ORIGEN.....                                     | 5  |
| 2.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.....                  | 5  |
| 3. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DE LA ESPECIE..... | 9  |
| 3.1. TEMPERATURAS.....                               | 9  |
| 3.1.1. TEMPERATURAS DE INVIERNO.....                 | 9  |
| 3.1.2. TEMPERATURAS DE OTOÑO.....                    | 10 |
| 3.1.3. TEMPERATURAS DE PRIMAVERA.....                | 10 |
| 3.1.4. TEMPERATURAS DE PRIMAVERA Y VERANO.....       | 10 |
| 3.2. HUMEDAD.....                                    | 10 |
| 3.3. PRECIPITACIONES.....                            | 10 |
| 3.4. ALTITUD.....                                    | 11 |
| 3.5. VIENTOS.....                                    | 11 |
| 3.6. GRANIZO.....                                    | 11 |
| 3.7. EL SUELO.....                                   | 11 |
| 4. ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.....                | 12 |
| 5. VARIEDAD ELEGIDA.....                             | 12 |
| 5.1. VARIEDAD FEMENINA: KERMÁN.....                  | 12 |
| 5.2. VARIEDADES MASCULINAS.....                      | 13 |
| 5.2.1. VARIEDAD PETER.....                           | 13 |
| 5.2.2. OTRAS VARIEDADES MASCULINAS.....              | 13 |
| 6. PORTAINJERTOS ELEGIDO.....                        | 13 |
| 7. POLINIZACIÓN.....                                 | 14 |
| 8. PODA DEL PISTACHERO.....                          | 15 |
| 8.1. ASPECTOS GENERALES.....                         | 15 |
| 8.1.1. GENERALIDADES.....                            | 15 |
| 8.1.2. OBJETIVOS.....                                | 16 |
| 8.1.3. MOMENTO DE EJECUCIÓN Y TIPOS DE PODA.....     | 16 |
| 8.2. PODA DE FORMACIÓN.....                          | 17 |
| 8.2.1. OBJETIVOS.....                                | 17 |
| 8.2.2. TÉCNICA DE EJECUCIÓN.....                     | 17 |
| 8.3. PODA DE PRODUCCIÓN.....                         | 27 |
| 8.3.1. OBJETIVOS.....                                | 28 |



|        |                                                  |    |
|--------|--------------------------------------------------|----|
| 8.3.2. | CONSIDERACIONES.....                             | 28 |
| 8.3.3. | EVOLUCIÓN DEL ÁRBOL Y TÉCNICA DE EJECUCIÓN. .... | 29 |
| 8.4.   | PODA DE REJUVENECIMIENTO.....                    | 30 |
| 9.     | CALENDARIO DE LABOR.....                         | 30 |

# 1. INTRODUCCIÓN.

En este anejo se va a profundizar más sobre el material vegetal escogido para la puesta en marcha de este proyecto. La elección del material vegetal viene recogida en el estudio de alternativas, donde se realiza una comparación entre diferentes variedades, escogiendo la que más se acerca a conseguir los objetivos marcados para este proyecto. Para esta elección se tuvieron en cuenta una serie de factores:

- Adaptación al clima local.
- Calidad de los frutos.
- Período de floración.
- Precocidad.
- Producción.
- Sincronización de las variedades masculinas.

Cabe destacar que tanto para la elección de la variedad como la posterior descripción de cada una de ellas es una fuente de información muy importante el Centro de Mejora Agraria “El Chaparrillo”, puesto que lleva publicados una gran cantidad de informes acerca de sus experimentaciones con las diferentes variedades de esta especie.

## 2. LA ESPECIE.

### 2.1. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.

El pistachero pertenece a la familia de las *Anacardiaceae*, género *Pistacia* (con cuatro secciones: *Lentiscella*, *Eu lentiscus*, *Butmela* y *Eu terebintus*). El género está constituido por 11 especies, con algunas variedades botánicas, entre las que se encuentran *P. atlantica* Desf. (*Butmela*), *P. terebinthus* L., *P. chinensis* Bge., *P. khinjuk stocks* y *P. palaestina* Boiss (*Eu terebintus*), que se usan como portainjertos y cuyos frutos se utilizan como fuente de aceite vegetal.

La única especie con frutos económicamente importantes es *P. vera* (*Eu terebintus*), además en la familia existen otras especies con importancia agrícola como Castaña de Cajú (*Anacardium occidentale* L.) y Mango (*Mangifera indica* L.).

Su clasificación botánica es la siguiente:

Reino: ***Plantae***.

Orden: ***Sapindales***

Subreino: ***Tracheobionta***

Familia: ***Anacardiaceae***

División: ***Magnoliophyta***

Género: ***Pistacia***

Clase: ***Magnoliopsida***

Especie: ***Pistacia vera* L.**

Subclase: ***Rosidae***

En función de la región en la que nos encontremos puede tomar diferente nomenclatura, pero principalmente se le conoce como pistachero, pistacho, alhóstico, pistacias, pistatxo...etc.

## **2.2. ORIGEN.**

Diferentes fósiles del género *Pistacia* han sido encontrados en la Isla de Madeira, remontándose estos hasta la era terciaria. Las numerosas especies de pistacho tienen diversas zonas de origen, desde Norte América a China pero encontrándose la mayoría en la zona de Asia Central, la cuenca de Mediterráneo y el norte de África. Estas zonas se caracterizan por sus rigurosos climas, siendo extremadamente secos, con altas temperaturas estivales y muy bajas temperaturas en invierno, casi sin lluvias y en suelos básicos, de pH cercano a 8.

*Pistacia vera* L. es originaria de Siria o de una zona bastante amplia entre Asia Menor, Palestina y Turkmenistán, donde crece de manera silvestre, aunque también lo hace de esta manera en Pakistán, India, Líbano, Palestina, Siria e incluso en la Isla de Chipre. No ha sido posible establecer el origen concreto de la especie aunque ha sido distribuido desde estas zonas hacia la cuenca del Mediterráneo, donde ha sido cultivado desde hace más de 2000 años.

También se introdujo a otras áreas del mundo como es el caso de Europa con el inicio de la era cristiana, igualmente a América a principios del siglo XX. A Chile llegaron en la década de los 40, cuando el Ministerio de Agricultura chileno importó plantas de pistacho. Estas plantas se establecieron en el huerto experimental de la Quinta Normal; posteriormente el INIA, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, importó semillas de portainjertos desde California (*P. atlantica* y *P. palaestina* o *P. terebintus*), que después se injertaron con cultivares tradicionales introducidos en los años 1980-1982.

## **2.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.**

El pistacho cultivado (*P. vera*) es un árbol caducifolio, de copa redondeada y con una altura promedio entre 4 y 6 metros pese a que puede alcanzar mayores alturas. Posee una gran ramificación, llegando en algunos casos a alcanzar 10 metros de diámetro. Las ramas madres y secundarias son abiertas y colgantes, siendo su madera muy dura, pesada y resistente. El color de la madera es amarillo intenso en su época juvenil, variando y alcanzando tonos rojos oscuros surcados por ductos de resina cuando alcanza la edad adulta. En la ilustración 1 puede observarse el vigor y la formación de un árbol adulto de pistacho explotado para la producción de fruto.

**Ilustración 1: Pistachero adulto. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**



Las hojas son caducas, alternas, compuestas de 1 a 7 foliolos, imparipinnadas. Constan de 3 ó 5 foliolos ovales y redondeados en el ápice, siendo el terminal de mayor tamaño. De jóvenes son tomentosas y, en estado adulto, glabras y coriáceas con el peciolo redondeado, peludo y ligeramente alado. El color es verde, siendo más brillante el haz que el envés. Las hojas suelen ser de mayor tamaño en los cultivares masculinos que en los femeninos, y es durante el otoño cuando viran a un atractivo color rojo anaranjado previo a su caída. La representación de las hojas del pistacho se muestra en la ilustración 2.

**Ilustración 2: Detalle de una hoja de pistacho. Fuente: Imagen extraída de internet.**



De manera natural, los árboles originarios de semillas germinadas in situ, presentan un sistema radicular pivotante muy desarrollado y profundo, lo que le permite sobrevivir bajo condiciones extremas de aridez. Cuando se cultiva en suelo profundo y bajo riego, los árboles desarrollan raíces profundas; sin embargo, si el suelo posee poca profundidad y se cultiva bajo condiciones de aridez las raíces son superficiales. Este sistema radicular tan desarrollado y profundo le confiere al árbol una gran tolerancia a la sequía pero lo hace susceptible a la falta de oxígeno en el suelo. Esta arquitectura natural del sistema radicular se ve alterado en los procesos de propagación en los viveros, en los que se realiza un pinzamiento de la raíz para limitar el desarrollo pivotante; incrementando de esta manera la facilidad para la captación de nutrientes a menores profundidades.

La yema terminal del brote es vegetativa, mientras que las yemas axilares son vegetativas o reproductivas. Las yemas vegetativas son pequeñas y fácilmente diferenciables de las florales, que son de mayor tamaño y no tienen primordio vegetativo. Las yemas florales se encuentran en las axilas de las hojas de los brotes del año anterior y su diferenciación tiene lugar desde el verano anterior hasta la primavera siguiente, antes de iniciarse la floración.

La brotación se produce en primavera previamente a la floración. El primer flujo de crecimiento de los brotes finaliza en diciembre, y bajo condiciones ambientales favorables pueden darse un segundo o incluso tercer flujo de crecimiento.

Se trata de un árbol dioico, es decir, las flores masculinas y femeninas se encuentran en plantas separadas, teniendo por lo tanto árboles masculinos o “machos” y árboles femeninos o “hembras”. La inflorescencia de esta especie es del tipo panoja, portando 100 o más flores estaminadas o pistiladas. Estas inflorescencias nacen sobre ramas laterales de un año, previo a la brotación de las hojas. Las flores son pequeñas, apétalas, de ovario súpero con 5 carpelos, generalmente unilocular y monospermo y con 1-3 estilos muy separados. Estas flores se agrupan en inflorescencias axilares en forma de racimos, las inflorescencias se abren de forma escalonada proporcionando una duración de floración distinta para cada cultivar.

Las flores femeninas son de mayor tamaño que las masculinas y se disponen sobre las ramas de un año. Poseen 2 brácteas, cáliz con 2-5 lóbulos, 1 ovario súpero, ovoide, con un óvulo y estilo terminal, cortamente trifido. Las inflorescencias femeninas presentan una morfología parecida a las inflorescencias masculinas pero con mayor ramificación. Se componen de entre 150 a 260 flores dispuestas en racimos compuestos. La longitud media del racimo es de 75mm.

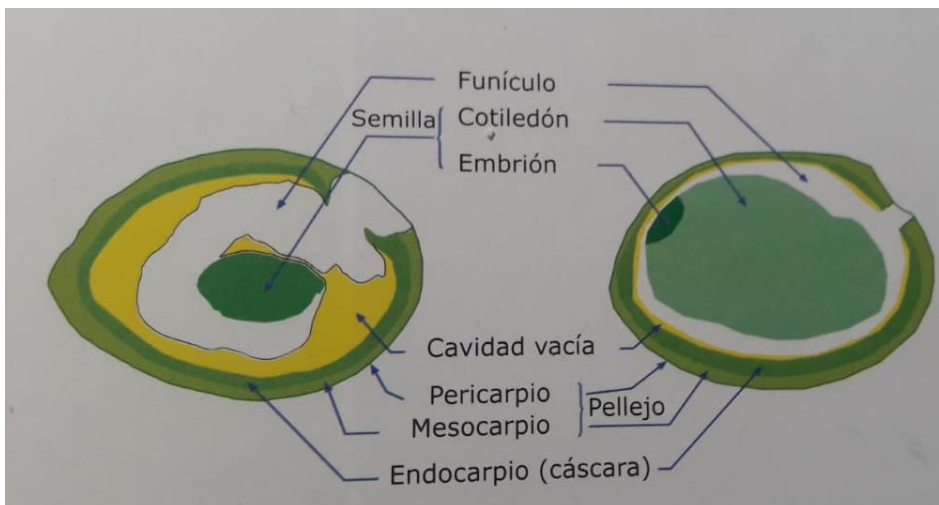
Las flores masculinas poseen también 2 brácteas, cáliz con 5 lóbulos y 2-8 estambres (5 de media) con filamentos cortos. Se componen de 450-500 flores agrupadas en racimos compuestos. La longitud media de estos racimos en pleno desarrollo es de 65mm.

**Ilustración 3: Floración del árbol. Fuente: Imagen extraída de internet.**



El fruto es una drupa monosperma ovoide alargada. Consta de una semilla dentro de una cáscara bivalva delgada y dura, rodeada de una cubierta carnosa y resinosa de un peso que oscila entre 1,4 y 1,8 gramos. El epicarpio y mesocarpio conforman el pelón, el cual encierra la semilla formada por el endocarpio y en cuyo interior se encuentra la parte comestible. Esta última corresponde aproximadamente al 54% del total del fruto. En la ilustración 4 se representan las partes internas y externas del fruto antes de iniciarse el desarrollo y una vez maduro.

**Ilustración 4: Partes del fruto previo al desarrollo del grano y una vez maduro. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**



Cuando el fruto madura, la cubierta carnosa se suaviza y se separa parcialmente de la cáscara. Ésta toma un color blanquecino opaco y se abre desde su ápice en dos valvas, dejando expuesta la cubierta roja y purpúrea de la semilla. Esta característica se conoce como dehiscencia, y es deseable en los frutos de esta especie, exigiéndose a las variedades comerciales un promedio mínimo de 70% de apertura.

El fruto presenta una curva de crecimiento sigmoidea, similar a las drupáceas. Tras la floración y la polinización, los frutos comienzan a crecer alcanzando su tamaño final en pocas semanas. Posteriormente, el embrión comienza a expandirse y a llenar cáscaras vacías. La caída de las flores puede llegar hasta un 90-98% y la de los frutos se produce dos semanas después de cuajados.

La fructificación se produce únicamente sobre madera de dos años, iniciándose 4 o 5 años después de la plantación, pero a los 7 u 8 comienzan las producciones económicamente significativas.

Algunas experiencias productivas en España indican que la entrada en producción puede ocurrir entre los 8 y 12 años, según la variedad, llegando a producir hasta 12t/ha de frutos con cáscara. La madurez fisiológica de los frutos está determinada por la apertura del pelón. La calidad comercial está muy influenciada por la época de cosecha, ya que una vez que el pelón madura, por traspaso de taninos desde él, las valvas, que deben ser de color blanco mármol, se tiñen de color rojizo en su extremo, perdiendo condiciones de presentación. Esta tinción aumenta mientras más tiempo permanece el fruto con el pelón maduro en el árbol.

La semilla es la parte comestible del fruto, está compuesta por dos cotiledones voluminosos de variada coloración, tornándose desde el verde hasta el amarillento. Posee un elevado contenido de aceite y es agradablemente aromática. Posee también un buen contenido en proteínas, en torno al 20%.

### **3. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DE LA ESPECIE.**

#### **3.1. TEMPERATURAS.**

El pistachero necesita veranos largos y muy calurosos, así como inviernos fríos o muy fríos. Las temperaturas marcan procesos tan importantes en el cultivo como el prendimiento del injerto, el desarrollo del fruto o la época de floración y recolección. Cabe destacar la influencia que tienen las temperaturas máximas del mes de mayo o las asociadas a inviernos fríos con respecto al calibre del fruto. Para años de temperaturas similares en el mes de mayo, tendrían mayor calibre los frutos de los años con un invierno más frío.

##### **3.1.1. TEMPERATURAS DE INVIERNO.**

La resistencia de esta especie a estas temperaturas es similar a la de la vid y superior a la del olivo. Existen datos referentes a la comunidad de Castilla-La Mancha en los que se confirma la rusticidad de la variedad Kerman sobre *Pistacia terebinthus* al superar temperaturas inferiores a los  $-18^{\circ}\text{C}$ ; otras fuentes aseguran que presentan niveles de resistencia de  $-30^{\circ}\text{C}$ , pese a esto, los daños pueden ser considerables si se producen cambios bruscos de temperatura en los meses finales de invierno.

Dentro de las temperaturas de invierno el parámetro más importante son las horas de frío. En el cultivo de esta especie, y como en muchas otras, es imprescindible que el árbol acumule un mínimo de horas por debajo de  $7^{\circ}\text{C}$  para obtener una óptima y homogénea brotación. Los diferentes cultivares comienzan la brotación cuando, una vez cubiertas esas horas de frío, se inicia un ascenso térmico continuado coincidiendo con los meses de marzo o abril. No existe un mínimo de horas de frío puesto que cada variedad posee unas condiciones particulares, pero como norma general son necesarias al menos 1100 horas de frío.

### **3.1.2. TEMPERATURAS DE OTOÑO.**

Las yemas van adquiriendo resistencia a las bajas temperaturas otoñales; otras partes del vegetal lo hacen de forma más lenta, como las ramas, que pueden resultar dañadas si las temperaturas bajan bruscamente. Las primeras temperaturas bajo cero de este periodo pueden perjudicar las plantas procedentes de vivero si no se han aclimatado previamente.

### **3.1.3. TEMPERATURAS DE PRIMAVERA.**

Dentro de las temperaturas primaveras hay que resaltar las heladas tardías, siendo estas uno de los principales factores limitantes del cultivo. Las heladas de marzo, abril o mayo pueden provocar la pérdida de cosecha anual y si la magnitud de la helada ha sido considerable, pueden producir un retraso vegetativo de varios años.

Esta especie florece a finales del mes de marzo, en las variedades tempranas, o a mediados de abril las variedades tardías. En el estado de floración, que dura entre 7 y 15 días, la flor puede llegar a resistir hasta  $-2,5^{\circ}\text{C}$  durante media hora, mientras que el fruto cuajado solo toleraría  $-1,5^{\circ}\text{C}$ .

### **3.1.4. TEMPERATURAS DE PRIMAVERA Y VERANO.**

Las primaveras y veranos calurosos adelantan la maduración del fruto, mejorando el proceso, al igual que con la polinización y fecundación, lo que repercutirá en un aumento de la calidad de la cosecha, elevando el porcentaje de frutos abiertos, disminuyendo el número de vacíos y consiguiendo un llenado y una blancura mejor.

En este apartado cabe destacar el parámetro conocido como unidades de calor, el valor de este parámetro será importante para obtener una óptima maduración de los frutos. No existe un valor preestablecido de unidades de calor entre los meses de abril hasta septiembre, sino que cada variedad tendrá su valor óptimo; la falta de unidades de calor provoca retrasos en la maduración.

## **3.2. HUMEDAD.**

La humedad ambiental afecta especialmente a este cultivo, sobre todo a medio y largo plazo. Para otros frutales es un factor menor, pero para el pistachero no lo es. Una de las particularidades que hace especial a esta especie es su extremada sensibilidad a determinadas enfermedades criptogámicas, que se multiplicarían si el valor de humedad aumenta.

## **3.3. PRECIPITACIONES.**

Un exceso de lluvias primaverales puede perjudicar la cosecha de ese año al impedir una buena polinización por el efecto del lavado del polen. La pérdida de polen se produce tanto en los árboles que lo producen como del existente en suspensión. Si las precipitaciones son abundantes y se producen durante varios años seguidos, el daño podría ser importante al elevarse la densidad de ciertos hongos patógenos en el ambiente, ocasionando una disminución significativa de la cosecha que se agravaría con el paso del tiempo. Igualmente, un exceso de precipitación puede retrasar la temporada de recolección y generarse contaminación por hongos.



### **3.4. ALTITUD.**

El cultivo se desarrolla entre amplios márgenes de altitud, generalmente entre 50 y 1800m sobre el nivel del mar. Esta variable no afecta directamente al cultivo, aunque podría hacerlo indirectamente dependiendo de la mayor o menor altitud, ya que la incidencia de frío o calor repercutiría sobre las horas de frío o las unidades de calor.

### **3.5. VIENTOS.**

Las áreas ventosas son buenas para este cultivo dado que disminuyen la humedad relativa y además beneficia un desarrollo ecológico a largo plazo. Sin embargo, los vientos fuertes pueden provocar daños graves en árboles, sobre todo en los más jóvenes o débiles, los que incluso pueden llegar a desarraigar. Los vientos excesivamente cálidos pueden ocasionar la muerte de ramas y brotes tiernos por deshidratación.

### **3.6. GRANIZO.**

En el caso de producirse este fenómeno meteorológico, el árbol se vería dañado al producirse rotura de ramas y heridas. El árbol tardará alrededor de 3 años en recuperarse pero las reservas no consumidas durante este periodo, por falta de fructificación, hará que sean aprovechadas más adelante aportando una gran cosecha.

### **3.7. EL SUELO.**

Las características de los suelos en las zonas conocidas como centros de origen y difusión son diversas. Se trata de suelos calizos, con una profundidad media entre 30cm y 1,50m y de textura franca o franca arenosa; el pH oscila entre 7,5 y 8 y poseen bajo contenido en materia orgánica.

Los requerimientos edáficos del pistachero son los siguientes:

- El pistachero prefiere los suelos de textura media (francos o franco-arenosos), fructificando con mayor dificultad sobre los suelos de textura fuerte (arcillosos con porcentaje de arcilla superior al 35%). Sin embargo, la problemática de estos suelos no es tanto la proporción de arcilla como su escasa permeabilidad, aunque ambos factores suelen confluir generalmente. En los suelos arcillosos se suele ocasionar encharcamientos tras repetidas precipitaciones, lo que ocasiona la muerte del árbol por asfixia radicular, o en los mejores casos únicamente daños en el sistema radicular. Si el encharcamiento se produce durante el invierno, los síntomas pueden no ser detectados hasta la primavera, el verano o incluso hasta el año siguiente, dependiendo la gravedad de los daños.
- Los suelos excesivamente arenosos no son adecuados para el cultivo, al no tener suficiente capacidad de retención de agua y nutrientes.
- Aunque las plantaciones se encuentran predominantemente sobre suelos calizos y pH alcalino, también se desarrollan perfectamente sobre terrenos de pH ligeramente ácidos.
- La profundidad del suelo en el que esta especie crece de forma natural varía entre amplios márgenes (30-80cm). A mayor profundidad, mayor producción y mayor número de años produciendo. Una buena nutrición del árbol está directamente relacionada con la profundidad del terreno y su capacidad para

retener agua y nutrientes. Un suelo escaso se traduce en una menor capacidad de almacenamiento de agua y con el paso del tiempo el suministro de nutrientes al árbol va reduciéndose al incrementarse la densidad radicular en relación al reducido volumen de suelo.

#### **4. ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.**

La elección del material vegetal se encuentra desarrollada en el estudio de alternativas. Puesto que se trata de una especie de individuos dioicos se hace necesaria la presencia de ejemplares masculinos y femeninos, en la proporción de 1 polinizador cada 10 árboles.

La variedad femenina elegida ha sido kerman, puesto que según numerosas fuentes bibliográficas, entre ellas el CAC "El Chaparrillo", se trata de la variedad que mejores características tiene con respecto a la demanda de fruto, así como a la adaptación al terreno y al clima.

En cuanto a la variedad masculina se escoge como variedad principal a Peter, dado que es la que mejor sincroniza el periodo de floración con Kerman. Pese a ello, se introduce un 1-2% de árboles de otras variedades polinizadoras, con el objetivo de cubrir plenamente el periodo de floración. Estas variedades que se van a introducir en menor porcentaje son Guerrero, Chaparrillo y C. Especial.

Puesto que para favorecer la producción y con ello la rentabilidad se dispondrán las variedades sobre un pie o porta injerto; para ello se hace preciso injertar la variedad sobre el pie, en este caso se comprará al vivero ya injertada, para facilitar el manejo pese a encarecer el presupuesto.

#### **5. VARIEDAD ELEGIDA.**

##### **5.1. VARIEDAD FEMENINA: KERMAN.**

Se trata de una selección de un grupo de plantas en polinización abierta llevada a cabo en 1936 a partir de semillas procedentes del área de Rafsanján (Irán) recogidas en 1929. Se dice que procede del área de Kermán en Irán, y que posteriormente se introdujo en Estados Unidos por primera vez en 1957. Se trata de un fruto muy apreciado en todo el mundo por su gran tamaño y calidad del fruto, superior a los de otras variedades cultivadas, tales como Red Aleppo, Trabonella, y Bronte. Posee un elevado porcentaje de azúcares, bajo amargor y buena consistencia de la nuez.

Esta variedad destaca por ser semivigorosa, bastante productiva y precoz en su entrada en producción, posee una tendencia acusada a la vecería con respecto a otras variedades; posee un porcentaje de frutos abiertos entre el 40% y el 80% y de un 15% a un 25% de frutos vacíos, en función de las condiciones del cultivo. La variedad Kerman tiene unas amplias necesidades de frío, en torno a 1000 horas de frío. En la comunidad de Castilla- La Mancha la maduración de los frutos se produce en la

primera quincena de septiembre, según diversas publicaciones del CAC “El Chaparrillo”.

El rendimiento del fruto con cáscara seco, al 7% de humedad, con respecto al fruto recién cosechado, con mesocarpio y con 18% de humedad, es del 35-40%. Su rendimiento productivo medio en terrenos profundos de regadío oscila entre los 2200 y los 3500kg/ha. La primera cosecha importante, se logra al 5º año del injerto. El fruto presenta un tamaño bastante grande, con unas dimensiones de 21x13x15mm de largo, ancho y ancho respectivamente.

## **5.2. VARIEDADES MASCULINAS.**

### **5.2.1. VARIEDAD PETER.**

Es una variedad que fue seleccionada por A.B. Peters en Fresno (California). Destaca por su elevado vigor, una buena producción de polen viable durante tres semanas y una alta precocidad en su producción. La sincronización de la polinización con la variedad Kerman se considera buena la mayoría de los años, considerándose como el polinizador ideal para Kerman.

### **5.2.2. OTRAS VARIEDADES MASCULINAS.**

Además de la variedad principal Peter se introducen en una proporción del 1-2% de ejemplares de diferentes variedades, y por lo tanto periodos de floración y polinización diferentes con el objetivo de cubrir todo el periodo de polinización de la variedad femenina y con ello obtener mejores resultados. De esta manera las variedades a introducir en este porcentaje serán Guerrero, Chaparrillo y C especial.

Todas ellas han sido variedades desarrolladas y sacadas al mercado por el CMA “El Chaparrillo”. La variedad Guerrero es una variedad muy tardía; Chaparrillo es también una variedad tardía y C especial es una variedad temprana.

De esta manera se cubre completamente el periodo de floración de kerman con las cuatro variedades incluidas en la plantación.

## **6. PORTAINJERTOS ELEGIDO.**

Puesto que se trabajará con plantas injertadas y no plantadas directamente la variedad se escoge, al igual que con las variedades, el pie o portainjertos más adecuado para el terreno, la variedad y el fin del proyecto. Tras utilizar la información disponible del CMA “El Chaparrillo” se opta por utilizar como pie a *P. Terebinthus L.*, conocido como “terebinto o cornicabra”.

Este ejemplar es empleado como pie del pistachero en países como Italia (sicilia), Grecia, Turquía, Chipre, Australia y España. Crece de manera natural en toda la región mediterránea, extendiéndose por el sur de Europa, Norte de África y Suroeste Asiático. Dentro de la situación general mediterránea esta especie muestra gran variabilidad, desarrollándose desde zonas muy térmicas y casi a nivel del mar, hasta las más frías, sobrepasando los 1600m de altitud. No obstante, en el caso de la Península Ibérica, parece mostrar su adaptación óptima entre los 500 y los 1400m, principalmente en el piso mesomediterráneo.

Destaca su gran rusticidad y, por tanto, excelente adaptabilidad a suelos pobres, rocosos y de diferentes grados de pH. En España se halla muy repartido de forma natural en la práctica totalidad de las regiones. Es la única especie que posee carácter autóctono de todas las empleadas como portainjertos del pistachero, por lo que su adaptación a suelos donde crece de manera espontánea estaría asegurada prefiere los suelos calizos, aunque muestra una notable amplitud en cuanto a la naturaleza química de los sustratos, ocupando tanto los ácidos como los básicos. Respecto a la textura, se desarrolla mejor en las ligeras, con buena aireación radicular en comparación a las pesadas, en las que su desarrollo es más lento. Como especie nativa suele llevar implícita cierta resistencia a plagas y enfermedades, sobre todo a las endémicas, además de una mejor aptitud a las condiciones climáticas respecto a las demás especies foráneas.

La experiencia del cultivo con este portainjerto en numerosos países indica su elevada resistencia al frío. En España (Castilla-La Mancha) esta resistencia se ha mostrado muy variable en función del origen de la planta, de la semilla y de su adaptación a las bajas temperaturas en el vivero. Podría pensarse que la excesiva heterogeneidad poblacional de esta especie ocasionaría problemas relacionados con la mecanización o la poda, además de generar individuos de escaso vigor con una vida productiva muy corta. Sin embargo, los defectos de las plantaciones de Castilla-La Mancha injertadas sobre este pie siempre están relacionados con los bajos prendimientos obtenidos durante los primeros años de introducción del cultivo, ocasionando un retraso de la entrada en producción de 2 a 4 años. A pesar de ello y tras décadas de cultivo, se puede decir que las plantaciones bien cuidadas son más uniformes de lo esperado. Su comportamiento productivo tanto en las parcelas experimentales como en las plantaciones comerciales de Castilla-La Mancha ha sido semejante o incluso superior a otros pies como *P.atlantica*, *p. integerrima* o *P.vera*.

El cornicabra o terebinto posee una buena afinidad con todas las variedades, aunque en el punto de unión del injerto suele observarse un cambio de grosor, consecuencia de una diferencia de vigor entre las dos especies y que no tendrá ninguna repercusión en su comportamiento productivo posterior. Su excelente eficiencia nutricional se pone de manifiesto en una mayor regularidad, con una vecería menos marcada, en relación con otros pies, con independencia de la proporción o cantidad de los elementos nutritivos del suelo. Esta eficiencia hace que, en años extremadamente secos y calurosos, sea el pie más resistente al agotamiento del árbol durante los meses de agosto o septiembre.

Se trata de una especie que se adapta muy bien a suelos poco profundos en régimen de secano, posee una elevada resistencia al frío, buena afinidad con el injerto, producciones interesantes y vigor moderado. Tiene buen comportamiento frente a la caliza y nematodos pero posee sensibilidad a verticilosis.

## **7. POLINIZACIÓN.**

El pistachero es una especie dioica, con flores masculinas y femeninas en pies distintos. Por ello es necesario incluir en la plantación un número de árboles machos en una proporción aproximada de 1 macho por cada 8 o 10 hembras.

La polinización es anemófila, es decir, se lleva a cabo a través del viento, no siendo aconsejable el empleo de abejas, las cuales son atraídas únicamente por las flores masculinas, al carecer de nectarios las femeninas, causando una importante pérdida de polen. Se inicia cuando las inflorescencias masculinas llegan al estado fenológico en el que las anteras se abren y comienzan a soltar polen. Se estima que el periodo máximo de recepción del polen por cada estigma es de 2 a 4 días, por lo que la sincronización entre variedades es crucial para el buen desarrollo. Transcurridos los primeros 15 o 20 años los polinizadores de la plantación producirán tanto polen que su número podrá reducirse hasta el 2%, pudiendo reinjertarse con la variedad femenina el resto.

En el periodo de polinización efectiva influyen factores como la temperatura y la humedad. El primero puede hacerlo de forma directa, modificando la velocidad de crecimiento del tubo polínico o indirecta, afectando la actividad de los polinizadores. En relación al segundo, una humedad relativa baja, menor al 50%, reduce la retención del grano de polen en las papilas del estigma, mientras que si es excesivamente elevada, mayor del 90%, puede dificultar la dehiscencia de las anteras y, por tanto, la liberación de polen.

Fuera de las anteras, la viabilidad del polen en la atmosfera puede ser de uno o dos días. En cada gramo de polen puede haber más de diez millones de granos, de los que, en condiciones normales de polinización natural, suelen depositarse en el estigma alrededor de 20. Depositando en el estigma húmedo, el polen se hidrata en menos de una hora, pudiendo comenzar su germinación entre las 2 y las 10 horas posteriores. Las papilas del estigma en floración poseen un aspecto turgente de color blanco que, al cabo de tres o cuatro días, comienza a oscurecerse ante la pérdida de esa turgencia y, por tanto, de su capacidad de hidratar los granos de polen, y por ende, de hacerlos germinar.

Es probable que en ciertos años la polinización no se pueda realizar de manera natural por falta de polen, por ello como medida de prevención se debe almacenar polen cada año. Este polen será de los ejemplares más tempranos, y se destinará, si fuese necesario, a una polinización dirigida. Este fenómeno puede darse si en la época de polinización se produce una semana continuada de lluvias, o se registran temperaturas inferiores a -4°C.

## **8. PODA DEL PISTACHERO.**

### **8.1. ASPECTOS GENERALES.**

#### **8.1.1. GENERALIDADES.**

La poda es una operación cultural basada en la eliminación de partes del vegetal a partir de un corte realizado por una herramienta apropiada para la actividad. Mediante esta operación se puede modificar el crecimiento y el desarrollo del árbol favoreciendo, principalmente, la producción de fruto del árbol. Esta labor tiene diferentes formas de ejecutarse pero se basan en la manipulación de la forma y el desarrollo del árbol para conseguir un mayor beneficio.

El pistachero posee una vegetación vigorosa durante sus primeros años, posteriormente, a partir del séptimo año, la velocidad de crecimiento se reduce de manera notable. Una característica de esta especie que se acentúa con el paso del tiempo es la dominancia apical, esta característica es la razón por la que se pueden encontrar ramas de varios años que no poseen ramificaciones secundarias. La probabilidad de que éstas ramifiquen si no se despuntan con antelación es muy poco probable. A lo largo del periodo de crecimiento de las ramas suele haber varias paradas vegetativas que quedan separadas por nudos en los cuales suelen aparecer ramas laterales o secundarias en primavera, con independencia de que haya habido o no despunte de la rama principal durante el invierno anterior. Las heridas de la poda suelen cicatrizar lentamente, siendo aconsejable tratarlas con alguna sustancia protectora, sobre todo si superan los 2cm de diámetro. La cicatrización será más rápida en árboles de fuerte crecimiento en relación a los más débiles o de menor vigor.

### **8.1.2.OBJETIVOS.**

La poda no tiene un único objetivo, sino que de manera general tiene, entre otros, los siguientes objetivos:

- Maximizar la producción, y con ello el rendimiento.
- Dar forma al árbol, favoreciendo la iluminación y aireación.
- Reducción de plagas o enfermedades al eliminar reservorios de estas.
- Menor tiempo de entrada en producción.
- Mejor conservación anual del árbol.

### **8.1.3.MOMENTO DE EJECUCIÓN Y TIPOS DE PODA.**

El periodo más aconsejable para llevar a cabo la poda es durante el reposo invernal. Si la poda se realiza demasiado pronto, las migraciones de reservas hasta los extremos de las ramas no habrán tenido tiempo de producirse y si, por el contrario, se realiza excesivamente tarde como puede ser el momento posterior al hinchamiento de las yemas, se producen pérdidas de reservas por las ramas cortadas, debilitando notablemente al árbol. En la zona que se va a ubicar el proyecto el periodo más favorable para realizar la poda será el mes de febrero y la primera semana del mes de marzo.

En función del momento con respecto al inicio de la plantación existen tres tipos de poda:

- **Poda de formación:** Se realiza este tipo de poda durante los seis primeros años de la plantación. Es un aspecto fundamental puesto que influirá en la optimización del manejo de la maquinaria y el mantenimiento.
- **Poda de producción:** Se trata de una operación anual llevada a cabo desde el sexto año. Esta operación debe ser ligera y equilibrada. Con este tipo de poda se pretende maximizar la producción de pistachos.
- **Poda de rejuvenecimiento:** El objetivo de esta operación es regenerar al árbol, el cual se encuentra agotado por la edad. Esta poda se inicia en la última etapa productiva, que en nuestro caso se consideran los 5 últimos años, en los que la producción disminuye.

## **8.2. PODA DE FORMACIÓN.**

La formación de los árboles debe producirse durante los primeros 4-6 años. Esta operación es necesaria ya que se debe consolidar una buena base estructural del árbol para obtener la máxima cantidad y calidad de los frutos durante los años sucesivos y en el mayor periodo de tiempo posible. En este caso se opta por una formación en vaso por pisos, aunque en muchos casos el tipo de poda va a estar supeditado al vigor individual de cada árbol.

### **8.2.1.OBJETIVOS.**

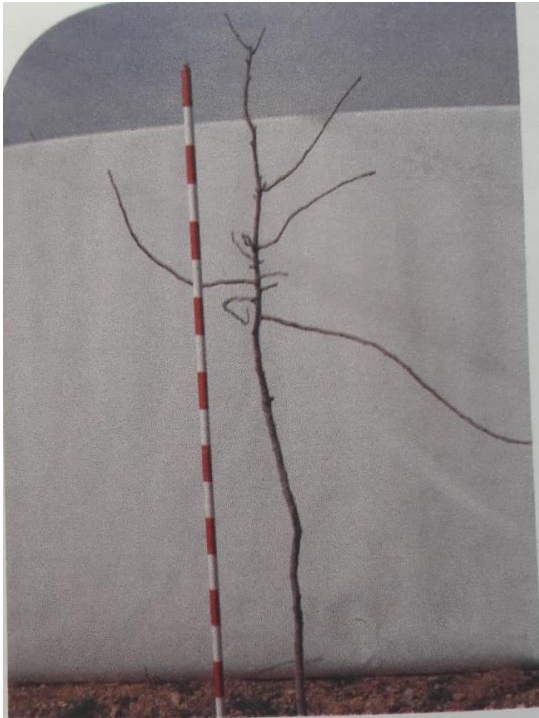
- Establecimiento de un armazón que le confiere resistencia mecánica ante posibles golpes de la maquinaria, nevadas, rachas de viento...
- Optimización de la aireación e iluminación al equilibrar la estructura del árbol en todas las direcciones. Los árboles que se forman deficientemente constituyen focos de humedad que elevan la incidencia de plagas y enfermedades.

### **8.2.2.TÉCNICA DE EJECUCIÓN.**

Cuando el brote procedente del injerto, es decir, de la variedad, posea unos 30cm de longitud, se atará cuidadosamente a un tutor para guiarlo lo más recto posible. La guía del injerto puede sobrepasar la altura de pinzamiento durante el verano, pero no se despuntará hasta el invierno siguiente. Durante este periodo, los racimos de frutos que aparezcan han de ser eliminados con el objetivo de disminuir al máximo el periodo de formación. La aparición precoz de estos frutos se relaciona con el escaso vigor del plantón y por condiciones adversas como encharcamientos o suela de labor.

En el caso de los árboles masculinos también requieren de una poda de formación. En estos ejemplares la guía originada del injerto se despuntará a finales del invierno a unos 2-2,3 metros. El hecho de realizar este despunte en invierno tiene la razón de evitar la brotación de la yema sobre la que despuntamos, circunstancia que prolongaría la verticalidad de la guía más allá de la altura de pinzamiento. En la primavera siguiente, cuando inicie el hinchamiento de yemas, se eliminarán aquellas situadas en los primeros 170-180cm, dejando únicamente las yemas del extremo del árbol ocupando los últimos 30-60cm. La eliminación de las yemas se puede realizar manualmente, deslizando desde la parte superior hasta la inferior del árbol a medida que se desprenden las yemas. En la ilustración 5 y 6 puede observarse el crecimiento del árbol y su posterior poda y eliminación de yemas.

**Ilustración 5: Crecimiento del árbol hasta alcanzar los 2m. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**



**Ilustración 6: Eliminación de ramas laterales y yemas. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**

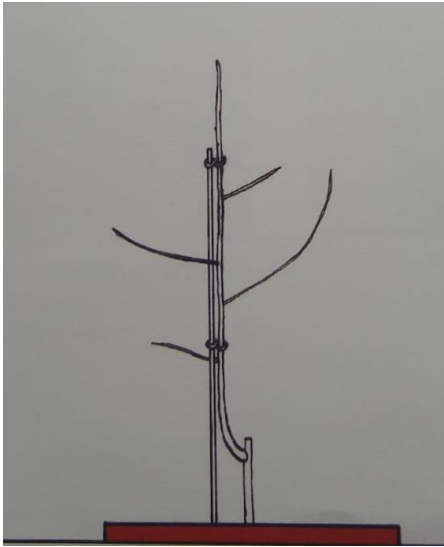


En los árboles femeninos el pinzamiento de la guía principal se realizará al alcanzar los 180cm. Durante el primer año y si el pie no es suficientemente vigoroso suele ser frecuente que sobre el brote del injerto surjan otras laterales antes de alcanzar la



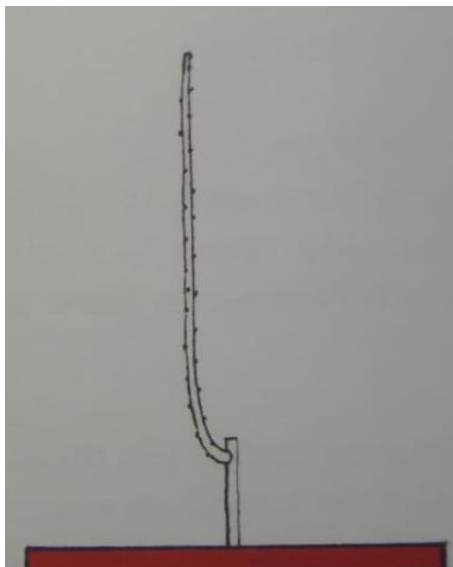
altura de corte. Estas ramas deben eliminarse, ya que restan fuerza a una guía que debe adquirir la altura necesaria en el menor tiempo posible. En la ilustración 7 se muestra la guía del injerto creciendo y desarrollando ramas vegetativas laterales, las cuales serán eliminadas.

**Ilustración 7: Guía del injerto del árbol femenino con ramas vegetativas laterales. Fuente: El Cultivo del Pistacho**

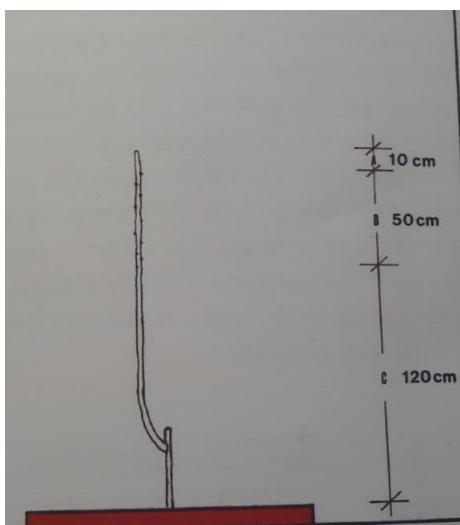


En el segundo año la guía será despuntada a 180cm y durante el invierno, eliminando a su vez todas las ramas laterales que no hayan sido removidas anteriormente. Al inicio de la primavera siguiente, antes de que comience la brotación, se eliminarán las yemas situadas en los últimos 5-15cm de la guía así como las yemas de los primeros 120 cm, dejando únicamente las yemas en un tramo central de 50cm. En la ilustración 8 puede observarse la guía del injerto con la altura adecuada, sin ramas laterales y con las yemas que ha desarrollado; y en la ilustración 9 se muestra el resultado del árbol tras la eliminación de yemas.

**Ilustración 8: Árbol femenino a la altura deseada y con la existencia de yemas. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**



**Ilustración 9: Árbol femenino tras la eliminación de yemas. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**



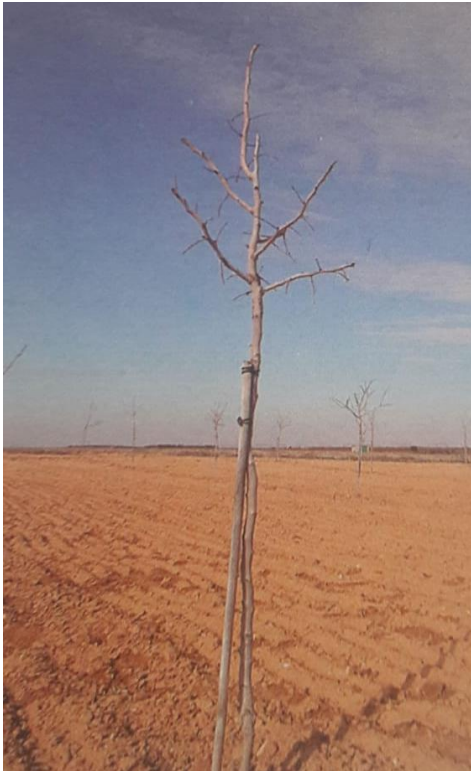
La supresión de las yemas del extremo se debe a la necesidad de elevar la resistencia mecánica del tronco para que el brote de la última yema salga con la menor verticalidad posible. El dejar esos 120 cm desde el suelo hasta la primera rama principal se debe a las siguientes razones:

- Disminuye la probabilidad de desarraigo del árbol, sobre todo, en terrenos poco profundos y con árboles jóvenes.
- Obtener la máxima eficacia en la caída de los frutos con el mínimo movimiento del árbol.

Las tres ramas principales deben salir de puntos diferentes a lo largo del tramo de los 50cm. Al hacerlo de esta manera conseguiremos una mayor resistencia al peso de las ramas, una vez que hayan adquirido su máximo tamaño y disminuirémos el riesgo de rotura o desgarro de las mismas ante una nevada invernal. Para que la distribución de las ramas sea equilibrada en todas las direcciones, deben formar ángulos de 120° entre sí. Tanto esta disposición como la elección de tres en vez de cuatro ramas principales tiene como objetivo la consecución de una mayor y mejor circulación de la luz y el aire entre ellas.

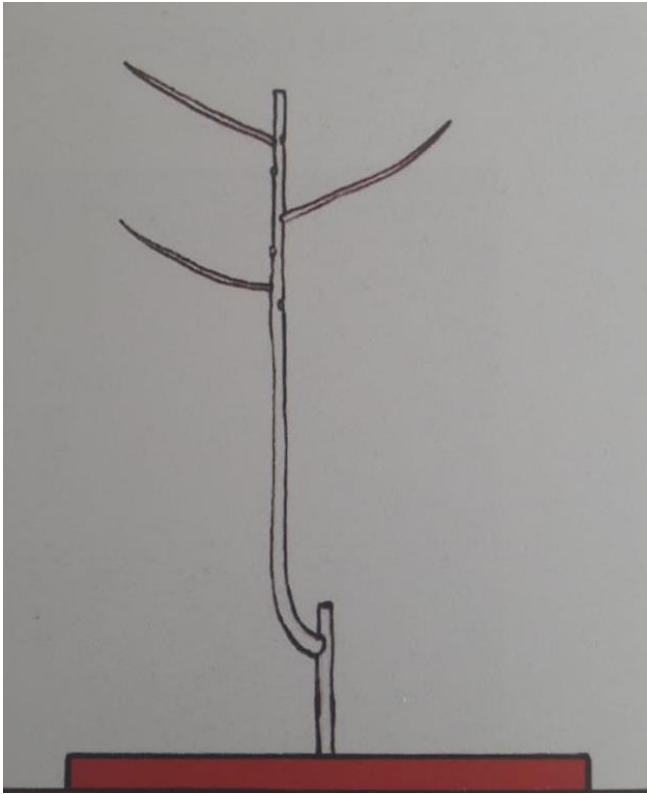
Es muy probable que en el caso de una variedad semivigorosa como kerman la brotación de ramas en el pequeño tramo de 50cm sea muy heterogénea y que, en algunas partes del mismo las yemas no lleguen a brotar por falta de vigor del pie. Para evitar este fenómeno se van a dejar tres grupos de yemas, uno en la parte alta, otro en la parte media y un último en la parte baja, eliminando el resto de yemas. El número de yemas que se dejan en cada grupo es de 4 a 6, consiguiendo una mayor y más uniforme brotación en todos los planos a lo largo de los 50cm. En el mes de mayo, cuando las ramas posean alrededor de 10cm se eliminan algunas de cada grupo, dejando las mejor situadas hasta invierno. Si durante el verano se dejarán solo las tres principales es probable que a lo largo del periodo estival estas ramas sobrepasen el metro de longitud inclinándose por su propio peso. Si no se eliminan algunas ramas del tramo de 50cm en el siguiente invierno la situación habría empeorado puesto que existiría una gran densidad de ramas y habría que elegir angularmente las mejor situadas; pero con el riesgo de que las ramas con diferente ángulo queden muy próximas entre sí. En la ilustración 10 se muestra un árbol en el cual no se llevó a cabo una eliminación previa de yemas o ramas, en él pocas yemas han conseguido brotar mostrando ramas muy juntas y con una de ellas prolongando la verticalidad de la guía.

**Ilustración 10: Árbol al que no se le retiraron ramas y yemas en el momento adecuado.  
Fuente: El Cultivo del Pistacho.**



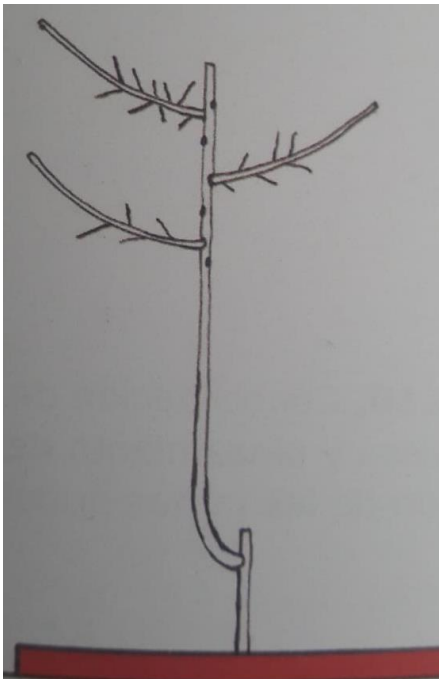
Durante el tercer año se llevará a cabo la elección de las tres ramas principales, eliminando el resto de las ramas, tal y como se muestra en la ilustración 11.

**Ilustración 11: Elección de las tres ramas principales del árbol. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**

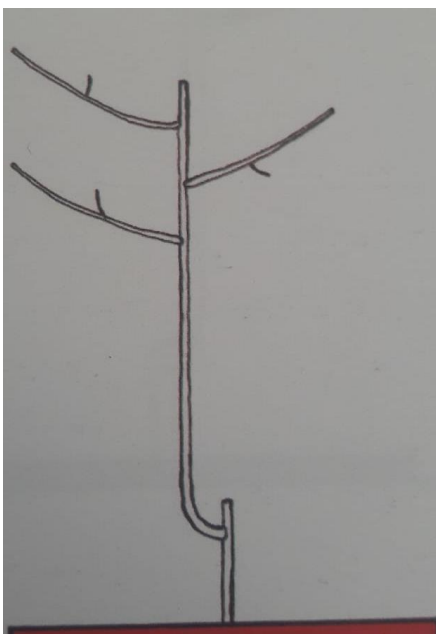


Si las ramas han superado los 40-60cm de longitud se despuntan a esa distancia, en el caso de no sobrepasar esta longitud en la época estival no se despuntarán hasta el invierno. El despunte o pinzamiento se realizará sobre una yema interior o exterior, en función de si se desea abrir o cerrar el árbol. El propósito de este despunte de las ramas principales y de sus prolongaciones es fortalecer la estructura del árbol de forma paulatina. En este caso se realizará la apertura del árbol para favorecer la iluminación y la aireación, por lo que se dejarán las yemas exteriores. Si las ramas principales no se despuntan por no haber llegado a la distancia requerida lo normal será que terminen ramificándose durante el verano siguiente. Estas ramificaciones se eliminarán, dejando únicamente la situada en posición intermedia siempre que su salida haya sido lateral, la cual se dejará para formar el primer piso. Esta operación se representa en la ilustración 12 y 13, en las que se observa, la ramificación lateral de las ramas principales del árbol y la elección de cada rama para formar el primer piso, respectivamente.

**Ilustración 12: Ramificación lateral del árbol antes de la elección. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**



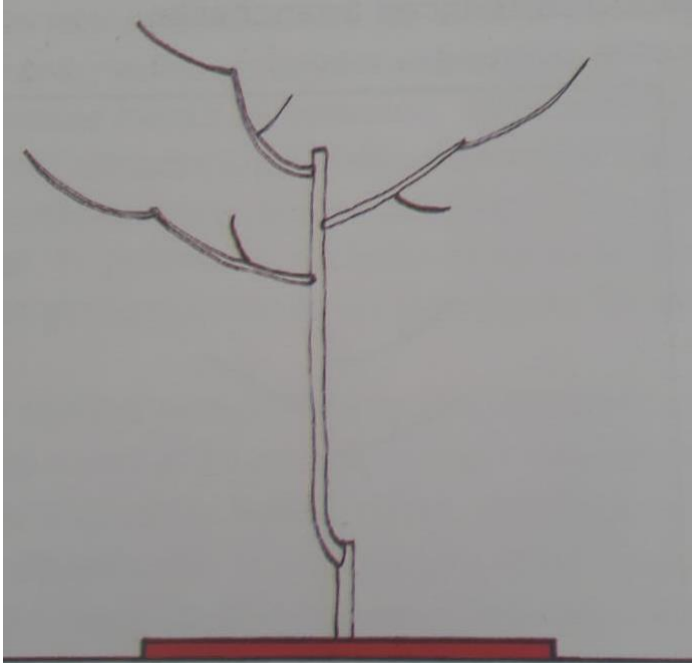
**Ilustración 13: Elección de una de las ramas laterales para la formación del primer piso. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**



Durante el cuarto año, en concreto durante el invierno, se realizará el segundo despunte a otros 40-60cm de la nueva prolongación del brote surgido de la yema sobre la que se despuntó el año anterior. A la vez que se descabezan esos brotes se irá consolidando cada piso pinzando las ramas que los forman a 30-40cm, en el caso de no haber alcanzado esa longitud se las dejará crecer hasta su despunte final en el

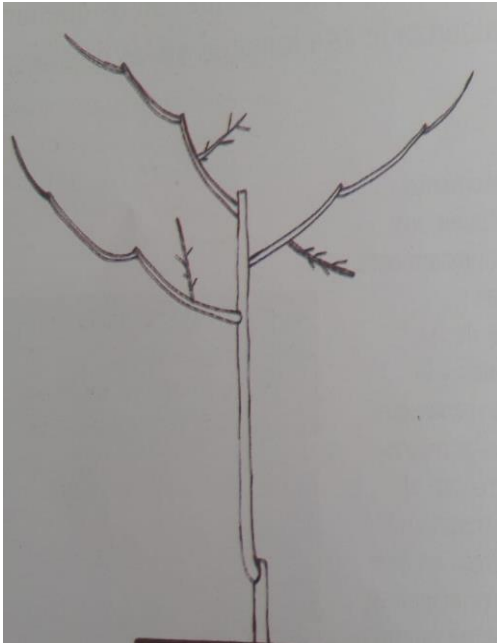
próximo invierno. El resultado de la poda del cuarto año se muestra a continuación, en la ilustración 14.

**Ilustración 14: Consolidación de los primeros pisos en el cuarto año y pinzamiento de la segunda prolongación. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**



En el quinto año y durante el periodo de parada vegetativa de los árboles se realizará el pinzamiento de las terceras prolongaciones y se elegirán las ramas de los segundos pisos de las segundas prolongaciones, conservando una orientación opuesta a las ramas del primer piso. En este momento comienzan a ramificarse las ramas de los primeros pisos para dar los primeros frutos. A continuación se muestra el resultado de la poda del quinto año.

**Ilustración 15: Pinzamiento de la tercera prolongación y elección de las ramas del segundo piso durante el quinto año. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**



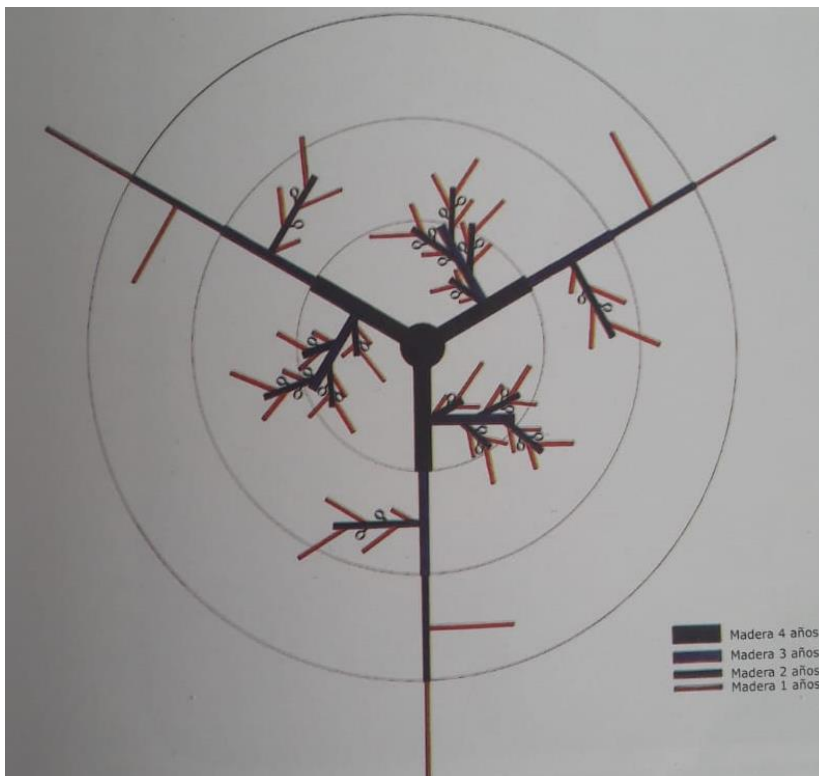
En el sexto año el árbol podría quedar formado con tres prolongaciones de las ramas principales, aunque podría despuntar una cuarta rama mientras se consolidan los segundos pisos y se eligen las ramas de los pisos de las terceras prolongaciones. A continuación en la ilustración 16 se observa el estado del árbol tras esta poda; y en la ilustración 17 se representa un croquis de la visión en planta del aspecto del árbol formado a los seis años. En el croquis se puede ver el ángulo de  $120^\circ$  que forman entre sí las ramas principales con sus cuatro prolongaciones, además se puede ver como los pisos establecidos el año anterior ya tienen frutos al igual que la primera ramificación la cual ya posee una producción más abundante



**Ilustración 16: Poda de formación del sexto año. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**



**Ilustración 17: Croquis de la planta de un árbol formado en el sexto año. Fuente: El Cultivo del Pistacho.**



### **8.3. PODA DE PRODUCCIÓN.**

En la latitud en la que se va a desarrollar este proyecto se espera que las yemas de flor aparezcan al tercer año del injerto siendo a partir del sexto cuando la producción es más significativa. A partir de este momento se considera el periodo de producción o

fructificación, en el cual casi todas las yemas laterales son florales o de flor. En este periodo la operación de la poda es muy importante puesto que sin ella el árbol sería incapaz de conservar las reservas para desarrollar fructificaciones constantes año tras año; desarrollando adecuadamente la poda, el árbol, además de desarrollar ramas nuevas, conseguirá acumular suficientes reservas para generar yemas de flor y llenar los frutos que componen los racimos.

### **8.3.1.OBJETIVOS.**

- Mantener al árbol dentro de sus límites de espacio en la plantación.
- Reducir la vecería, estabilizando y haciendo más constante la producción.
- Se maximiza la iluminación y aireación del árbol, lo que repercutirá en la cantidad y calidad del fruto así como en la sanidad del árbol.
- Se estimula la renovación del árbol al producirse madera nueva.

### **8.3.2.CONSIDERACIONES.**

La producción de frutos tiene lugar sobre las ramas de 1 año de edad, es decir, sobre madera del año anterior. Con la poda se pierden elevadas reservas almacenadas en las ramas, por lo que esta operación se llevará a cabo anualmente y de manera ligera, evitando grandes podas que puedan debilitar al árbol.

La yema terminal de las ramas posee una mayor facilidad de brotar y desarrollarse en relación a las inferiores, conocido como dominancia apical, esta debe ser eliminada al descabezar los brotes. Con ello también se va a evitar que los frutos se alejen cada vez más del centro sobre ramas largas, las cuales tienden a doblarse por el peso contenido en ellas. De ocurrir esto las reservas del árbol irán disminuyendo con el paso de los años, lo que le iría debilitando cada vez más.

Se conoce como descabezar o despuntar a cortar una rama, en mayor o menor longitud, con el fin de eliminar la dominancia apical de manera que se estimula el desarrollo de las yemas laterales. Cuando se realiza el despunte de una rama se hará siempre sobre una yema de madera, puesto que hacerlo sobre una yema floral ocasionaría la pérdida de una gran parte de la rama. Otro concepto de la poda de formación es el aclareo, que se basa en eliminar la rama entera; esta operación únicamente se llevará a cabo en el caso de que alguna rama dificulte la iluminación o aireación, o si fuera necesario sanitariamente. Es por lo tanto, el despunte una operación que ocasiona menor pérdida de reservas que el aclareo.

Durante el periodo de reposo pueden observarse crecimientos cortos o alargados producidos durante el período vegetativo. Se producen a partir de yemas de la base de brotes largos de ramas sin despuntar o bien a lo largo de una rama entera, una vez eliminada su dominancia apical con el descabezado. La mayor parte de la producción del árbol se sustentará sobre este tipo de brotes cortos, en los que la mayor parte de sus yemas serán de flor.

Los pistacheros poseen yemas vegetativas latentes, suelen ser yemas de la base de las ramas que permanecen dormidas muchos años y que son capaces de reactivarse cuando el árbol es sometido a una poda severa. Pueden aparecer, incluso después de

podar una rama sobre una yema de flor, siempre que el resto del árbol haya sido podado drásticamente.

El pistachero se caracteriza por presentar una clara vecería, cuyo grado será determinado por la cosecha del año anterior y por el nivel de agotamiento de reservas, esto se traduce como un año de gran cosechas seguido de un siguiente año menos productivo dado al desgaste de la temporada anterior. Este agotamiento se demuestra con la caída de las yemas de flor a comienzos de la estación de crecimientos, en torno a junio. La vecería también será más fuerte a medida que las condiciones del cultivo, tales como el suelo, el riego o el clima, se tornen más desfavorable para el cultivo. De esta manera, la poda anual se establece como un factor que reduce la magnitud de la vecería al regular el consumo de reservas.

En condiciones favorables de cultivo, independientemente del tipo de poda, esta especie se regula por sí sola. Según la experiencia del CMA “El Chaparrillo” se ha observado que en un periodo de varios años, si se poda o no en exceso, la producción acumulada no suele variar; si se prescinde de una cantidad concreta de racimos el árbol lo compensa elevando el número de frutos de cada uno y, si se dejan pocas ramas, el árbol termina generando un mayor número de racimos por rama. En caso de años de baja producción o nula, bien por una poda excesiva o por algún fenómeno meteorológico como una helada o granizada, el árbol suele generar una gran cosecha al año siguiente, con frutos de mayor tamaño gracias a la disponibilidad de las reservas no consumidas el año anterior. En el caso de esta plantación la poda será regular y nunca excesiva puesto que las condiciones edáficas serán adecuadas, por lo que se buscará una producción constante en el tiempo, evitando de muy altas y bajas producciones.

### **8.3.3. EVOLUCIÓN DEL ÁRBOL Y TÉCNICA DE EJECUCIÓN.**

Al asegurar unas buenas condiciones edáficas será habitual la presencia de chupones sobre los árboles, especialmente en árboles jóvenes. Estos deben despuntarse durante la estación de invierno para favorecer la ramificación lateral durante el próximo año. Es probable que al cabo de un año sea necesario realizar un aclareo, especialmente de las ramas que se dirigen al centro y al exterior. El aclareo se realizará anualmente siempre y cuando se estime necesario y valorando la necesidad en función de la iluminación y aireación de cada árbol.

La técnica de ejecución se fundamenta en realizar la poda en tres fases. En la primera de ellas se eliminan todas las ramas que se dirijan hacia el interior y el exterior del árbol, en este momento y simultáneamente se eliminarán las ramas dañadas o deterioradas. En la segunda fase se hará especial mención a las yemas de flor y vegetativas, despuntando las ramas a unos 10cm del final eliminando la dominancia apical y favoreciendo la ramificación y posterior fructificación. En la tercera fase se eliminan las ramas laterales que dificulten el desarrollo de otras ramas mejor situadas o que posean un ángulo muy agudo.

Puede llevarse a cabo la poda en verde, la cual será utilizada únicamente cuando durante la primavera haya brotes mal situados conllevando un gran gasto de energía, con la cual se favorecerá la aireación e iluminación pese a concurrir en una pequeña

pérdida de reservas. En el caso de aparición de ramas en lugares inadecuados también estaría justificada.

La poda en este caso será realizada manualmente por el promotor, el cual posee los conocimientos necesarios para realizar esta operación, para ello será adquirida una tijera de poda eléctrica para facilitar el trabajo. A diferencia de la poda mecánica, se opta por este modelo puesto que se realizara una operación específica a cada árbol, en función de sus necesidades y condiciones. Además la poda manual, según diferentes estudios realizados en Estados Unidos, produjo un mayor número de kilos con un mayor porcentaje de frutos abiertos; por lo tanto se espera que este modelo de poda aumente la cantidad y la calidad de los frutos.

#### 8.4. PODA DE REJUVENECIMIENTO.

Este tipo de poda se lleva a cabo en los últimos años de vida de la plantación, es decir, sobre árboles envejecidos. Durante la última etapa el vegetal posee una vegetación abundante donde las yemas vegetativas son muy escasas y, aunque abundan las fructíferas, éstas no pueden transformarse en fruto por falta de reservas. Al darse esta situación es necesario llevar a cabo un drástico aclareo mediante la eliminación de las ramas mal posicionadas o que impidan el libre paso del aire y la luz. Esta limpia debe hacerse cada año, hasta que las yemas terminales generen ramas con suficientes yemas de madera que permitan la renovación durante el año siguiente.

### 9. CALENDARIO DE LABOR.

Tabla 1: Calendario de labor año de implantación. Fuente: Elaboración propia.

| LABOR/MES                           | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUBSOLADO                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| DESPEDEGADO                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| PASE DE CULTIVADOR                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| MARCADO Y REPLANTEO                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| PLANTACIÓN                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| COLOCACIÓN DE Tutores Y PROTECTORES |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| COLOCACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| RIEGO POST-PLANTACIÓN               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| REPOSICIÓN DE MARRAS                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Tabla 2: Calendario de labor anual. Fuente 1: Elaboración propia.**

| LABOR/MES                              | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|----------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ENMIENDA ORGÁNICA                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| SIEMBRA CUBIERTA VEGETAL               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| PODA                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ELIMINACIÓN DE LOS RESTOS DE PODA      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| RIEGO                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| FERTILIZACIÓN NITROGENADA              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| FERTILIZACIÓN FOSFÓRICA                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| FERTILIZACIÓN POTÁSICA                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| LABOREO DEL SUELO                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| MANTENIMIENTO GENERAL DE LA PLANTACIÓN |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| RECOLECCIÓN                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| PELADO DEL FRUTO                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

# **ANEJO VIII: DISEÑO Y REALIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN.**

## ÍNDICE

|        |                                                  |    |
|--------|--------------------------------------------------|----|
| 1.     | INTRODUCCIÓN.....                                | 3  |
| 2.     | CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA.....               | 3  |
| 2.1.   | TIPOS DE PLANTACIÓN.....                         | 5  |
| 2.1.1. | PLANTACIÓN ESTÁNDAR.....                         | 5  |
| 2.1.2. | PLANTACIÓN EN CURVAS DE NIVEL.....               | 5  |
| 2.1.3. | PLANTACIÓN EN TERRAZAS Y EN BANCALES.....        | 5  |
| 2.1.4. | PLANTACIÓN EN CAMAS O CABALLONES.....            | 5  |
| 2.1.5. | TIPO DE PLANTACIÓN DEL PROYECTO.....             | 6  |
| 2.2.   | ZONAS DE SERVICIO.....                           | 6  |
| 3.     | DISPOSICIÓN DE LOS ÁRBOLES.....                  | 6  |
| 3.1.   | MARCO DE PLANTACIÓN.....                         | 6  |
| 3.2.   | ORIENTACIÓN.....                                 | 7  |
| 4.     | DISTRIBUCIÓN DE LOS ÁRBOLES.....                 | 8  |
| 4.1.   | DISTRIBUCIÓN DE LOS MACHOS EN LA PLANTACIÓN..... | 8  |
| 5.     | PREPARACIÓN DEL TERRENO.....                     | 10 |
| 5.1.   | NIVELACIÓN.....                                  | 10 |
| 5.2.   | PASE DE SUBSOLADOR.....                          | 11 |
| 5.3.   | DESPEDREGADO.....                                | 11 |
| 5.4.   | PASE DE CULTIVADOR.....                          | 12 |
| 6.     | REPLANTEO Y MARCADO DE HOYOS.....                | 13 |
| 7.     | PLANTACIÓN.....                                  | 14 |
| 7.1.   | PLANTACIÓN MANUAL.....                           | 14 |
| 7.2.   | PLANTACIÓN CON AHOYADOR.....                     | 14 |
| 7.3.   | PLANTACIÓN CON MÁQUINAS ABRESURCOS.....          | 15 |
| 7.4.   | PLANTACIÓN CON MÁQUINAS PLANTADORAS.....         | 16 |
| 7.5.   | PLANTACIÓN CON MÁQUINAS PLANTADORAS Y GPS.....   | 16 |
| 7.6.   | SISTEMA ELEGIDO.....                             | 17 |
| 7.7.   | ÉPOCA DE PLANTACIÓN.....                         | 17 |
| 7.8.   | CUIDADOS POST PLANTACIÓN.....                    | 17 |
| 7.9.   | REPOSICIÓN DE MARRAS.....                        | 19 |
| 8.     | CUADRO RESUMEN.....                              | 19 |

## 1. INTRODUCCIÓN.

En este anejo se va a llevar a cabo el diseño de la plantación así como de las operaciones necesarias para la futura implantación del cultivo. Es necesaria una fase previa de diseño para mejorar la productividad y la rentabilidad del proyecto, puesto que una operación mal realizada en la fase plantación conllevaría un gasto económico importante.

Dado que es un cultivo novedoso en el entorno, y concretamente en la provincia, se va a realizar un pequeño estudio de la parcela con el objetivo de poder sacarle el mayor rendimiento posible a esta, haciendo hincapié en las posibles limitaciones que está presente.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA.

Habría que estudiar los principales factores que pueden ser limitantes, principalmente debidos a la topografía y al entorno. Se va a prestar atención a cuatro factores importantes: Circulación del aire; riesgo de inundación; peligro de erosión; y la uniformidad del suelo.

**Circulación del aire en la parcela:** Se trata de un terreno con una pendiente media inferior al 8% por lo que no será un problema las corrientes y las rachas de viento. En la elección de la parcela se tuvo en cuenta este factor, desechando las parcelas ubicadas en el fondo de una vega, para evitar fenómenos de heladas en la época de floración. Además la plantación se va a situar sobre una zona alta, en la cual la vegetación predominante son los robles y encinas, encontrándose también espinos, todos ellos de manera salteada y sin dar lugar a un frondoso bosque, por lo que no existe riesgo de que actúen como barrera cortavientos. En el Anejo II: Estudio Climático se lleva a cabo un estudio de los vientos dominantes a partir de los datos proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología, elaborándose a partir de ellos una rosa de los vientos; teniendo gran importancia para este anejo ya que a partir de la dirección predominante del viento se llevará a cabo la ubicación de los árbol polinizadores sobre la plantación.

**Riesgo de inundación:** La plantación no está próxima a cauces de ríos, arroyos o acequias por las que circule una masa importante de agua que pueda causar una inundación puntual. De esta manera no se precisa el diseño de ninguna red de drenaje para evitar estos problemas. Pese a ello, el único riesgo de inundación posible vendría dado por un periodo continuo de fuertes lluvias en las que el suelo no tendría la posibilidad de absorber más agua y esta quedaría en la superficie; pero dado a la pequeña pendiente existente esta saldría de la parcela por su propio peso.

**Peligro de erosión:** En este caso la plantación se implantará sobre una superficie cuya pendiente es inferior al 8%, por lo que se contempla un peligro mínimo de erosión. Sin embargo el mantenimiento del suelo se efectuara con una cubierta vegetal durante una gran parte del año, por lo que el riesgo disminuye notablemente. Además el sistema de riego localizado elegido, el riego por goteo, disminuye el



arrastre de sedimentos en superficie. Además, la orientación de las líneas de cultivo será aprovechando la longitud mayor de la parcela por lo que en cierto modo, seguirán las curvas de nivel, por lo que a la hora de trabajar la tierra el riesgo de erosión también disminuirá.

**Uniformidad del suelo:** En numerosas zonas el suelo varía su aspecto, y por tanto sus características, en superficies cercanas; sin embargo en este caso la parte superficial es muy uniforme.

**Imágenes de la parcela:**

**Ilustración 1: Foto actual de la parcela. Fuente: Imagen propia.**



**Ilustración 2: Foto actual de la parcela. Fuente: Imagen propia.**



## **2.1. TIPOS DE PLANTACIÓN.**

Las condiciones del suelo y las características topográficas de la parcela condicionan el diseño de la plantación. En función de ello se ha de escoger el tipo de plantación más compatible con las características del terreno. Los tipos de plantación más frecuentes son los siguientes:

### **2.1.1.PLANTACIÓN ESTÁNDAR.**

Tipo de plantación normal, más característica, cuando el terreno es llano o ligeramente ondulado con una pendiente pequeña. Los árboles se disponen a distancias regulares de acuerdo con el marco de plantación y puede implementarse en él cualquier sistema de riego.

### **2.1.2.PLANTACIÓN EN CURVAS DE NIVEL.**

Este tipo de plantación es utilizado cuando la topografía del terreno sea especialmente abrupta para tener que controlar fenómenos de erosión. Es aconsejable esta plantación cuando la pendiente sea superior al 3% y especialmente para pendientes comprendidas entre el 6 y el 12%. En este tipo de plantación, los árboles se disponen en filas siguiendo las curvas de nivel, por lo que las líneas no serán paralelas. A simple vista será una parcela cuya plantación es muy irregular, pero se disminuye el riesgo de erosión y se mejora el aprovechamiento del agua, sin embargo, las operaciones de cultivo son más costosas.

### **2.1.3.PLANTACIÓN EN TERRAZAS Y EN BANCALES.**

Es indicada cuando la pendiente del terreno se encuentra entre el 12 y 25% puesto que la plantación en curvas de nivel no sería efectiva para disminuir el riesgo de erosión. En estas condiciones será necesaria la construcción de terrazas sobre las que se establecerán las líneas de cultivo. El aspecto de la plantación será similar a la plantación en curvas de nivel.

Si la pendiente es superior al 25% es necesaria la construcción de bancales dado que la plantación en terrazas no evitaría el fenómeno de erosión. La anchura de estos variará en función de la pendiente del terreno, disponiendo los árboles sobre el bancal tal y como si fuera una plantación estándar. En este tipo de plantación es costoso elevarlos por la construcción de los bancales, además las operaciones de cultivos son mucho más dificultosas.

### **2.1.4.PLANTACIÓN EN CAMAS O CABALLONES.**

Este tipo de plantación está menos extendido. Se utiliza en terrenos encharcados a causa del mal drenaje del suelo. La plantación se establece sobre caballones limitados por zanjas que favorecen el drenaje del agua, disponiendo sobre cada caballón de dos a cuatro filas de árboles. En estas plantaciones es importante la utilización de técnicas de cultivo que favorezcan una mejor aireación del suelo.

El manejo adecuado del agua de riego es de importancia en este tipo de plantaciones. Asimismo, la utilización de una cubierta vegetal permanente como sistema de mantenimiento del suelo entre las filas de árboles, sería una medida acertada. Este tipo de plantación tiene el inconveniente de la pérdida de superficie útil, que puede evitarse con la instalación de un drenaje más adecuado.

### **2.1.5. TIPO DE PLANTACIÓN DEL PROYECTO.**

Para este proyecto, dado que la pendiente media se sitúa entorno al 6%, se optará por la plantación estándar puesto que la pendiente es pequeña y se concentra la parte sur de la parcela. Pese a ello, como medida para frenar la erosión se establecerá una cubierta vegetal en las calles con el objetivo de reducir la erosión.

### **2.2. ZONAS DE SERVICIO.**

En las plantaciones, especialmente en las de gran superficie, es necesario reservar alguna superficie del terreno para el servicio de las mismas. Esto supone una reducción de la superficie plantada pero aporta muchas ventajas: facilita el acceso para la realización de las labores principalmente. Estas zonas han de contemplarse en la fase de diseño para evitar el arranque de árboles en el momento que sea necesaria el establecimiento de esta superficie, con el gasto que ello conlleva.

En este proyecto se va a destinar una parte del terreno a la construcción de la nave y de la caseta de riego, entre las cuales se dejará una zona llamada "parque de maquinaria", cuyo fin es posibilitar el estacionamiento de los vehículos y facilitar la maniobra de posibles vehículos de gran tamaño que se precisaran en la explotación, tales como camiones o tractores con grandes remolques.

En este caso no se realizarán puntos de acopio, puesto que la superficie es pequeña y el desplazamiento hasta la nave o la caseta de riego es rápido y cómodo. Tampoco se van a construir caminos en el interior de la plantación porque las calles de 7m serán transitables para cualquier medio de la explotación. Si bien, la distancia existente entre la última fila y el vallado perimetral será suficiente para el paso de la maquinaria y para su maniobrabilidad al final de cada calle.

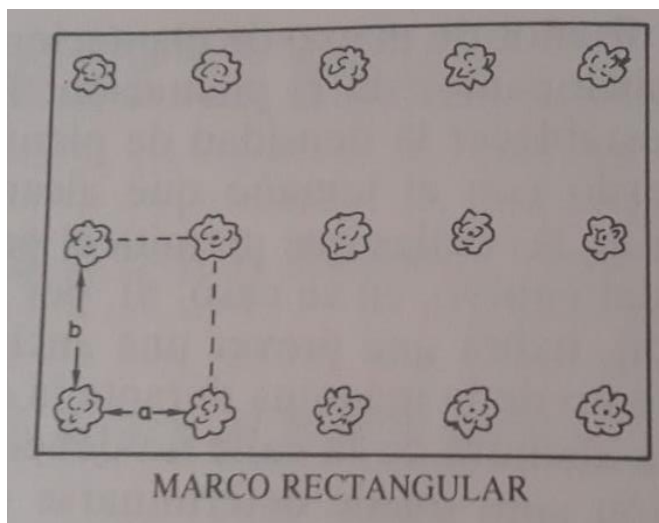
## **3. DISPOSICIÓN DE LOS ÁRBOLES.**

Una vez considerado las diferentes zonas que normalmente poseen las explotaciones, se va a optar por la plantación continua, dejando una superficie ubicada en la entrada de la plantación como zona de maniobras y de aparcamientos de maquinaria. Para el establecimiento definitivo de la plantación será necesario determinar el marco de plantación y la orientación de las filas; estudiando además la ubicación de los árboles polinizadores. Esta distribución se encuentra reflejada en el Plano N°3: Distribución de parcela.

### **3.1. MARCO DE PLANTACIÓN.**

El marco de plantación es la distancia que deben guardar los árboles entre sí una vez plantados. La elección del marco de plantación queda reflejada en el Anejo: Material Vegetal. Se decide la plantación en un marco rectangular, tal y como se muestra en la ilustración 3, confiriendo mayor distancia de calles y reduciendo la separación entre los árboles de las líneas de plantación. De este modo y considerando el vigor de la variedad elegida, así como la experiencia de otros productores y en especial del centro de mejora agraria "El Chaparrillo" se plantará siguiendo el marco de plantación 7x5. Siguiendo este marco de plantación se consigue una densidad de 285 árboles por hectárea.

**Ilustración 3: Marco de plantación rectangular. Fuente: Planificación y diseño de plantaciones frutales.**



### 3.2. ORIENTACIÓN.

Para el establecimiento de la dirección de las líneas de cultivo hay que tener en cuenta numerosos factores y condicionantes, pero principalmente hay que conocer la orientación de la parcela del proyecto. Hay que considerar tres factores fundamentales: iluminación, vientos dominantes y contorno de la plantación. La orientación se determinará conjugando el efecto de estos factores; de este modo lo más razonable sería orientar la plantación en dirección Norte-Sur para favorecer la iluminación. En cuanto al viento habría que orientarlas de manera que los vientos dominantes incidan de forma perpendicular sobre las filas de la plantación; además desde el punto de vista económico lo más indicado es orientar las filas de forma que coincidan con la longitud máxima de la parcela, facilitando el manejo y optimizando el terreno.

En este caso, y tal como se muestra a continuación, la parcela tiene una forma similar a un rectángulo, orientándose su longitud mayor en la dirección Noreste-Suroeste. Por lo tanto las líneas de cultivo serán orientadas en esa dirección, ya que de esta manera las labores de cuidados y mantenimiento de la plantación serán menos costosas.

**Ilustración 4: Imagen aérea de las parcelas del proyecto. Fuente: SIGPAC.**



## **4. DISTRIBUCIÓN DE LOS ÁRBOLES.**

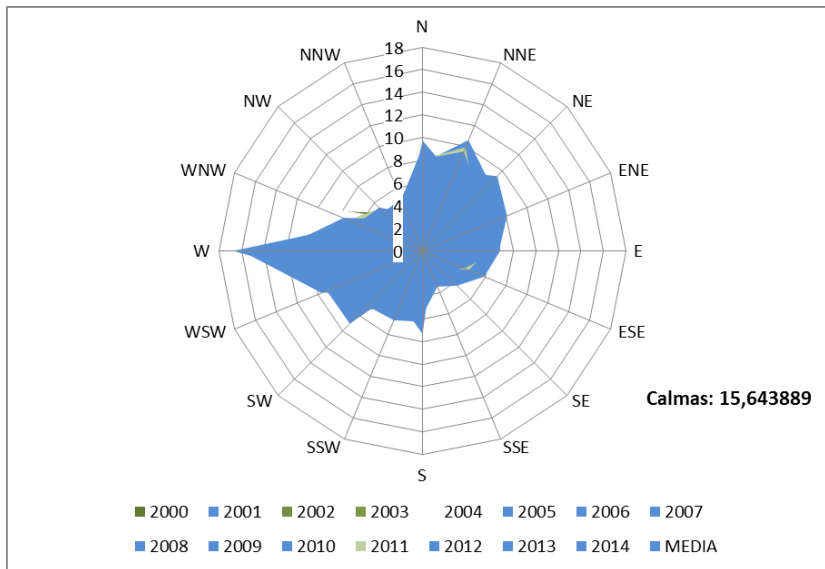
Tal y como se describe en el Anejo VII: Material vegetal, el pistachero es una especie dioica, por lo que será necesaria la presencia de árboles encargados de llevar a cabo la polinización, los cuales se encontraran en un porcentaje determinado, concretamente del 10%. La polinización es vital para el rendimiento y el beneficio final, por lo que requiere de un buen diseño. La polinización es anemófila, es decir, el polen es trasladado por el viento, por lo que el estudio climática y concretamente el apartado de vientos será determinante para la colocación de los machos.

La floración femenina dura aproximadamente unos quince días, de los cuales únicamente entre 2 y 5 días se encuentra receptiva al polen. Las flores masculinas se abren y expulsan una gran cantidad de polen durante 2 días, disminuyendo a medida que pasa el tiempo el poder germinativo. Es por esta razón por la que se introducen un 10% de machos, siendo el 8% de una variedad principal y el 2% restante de otras variedades, con el objetivo de abarcar un mayor periodo de tiempo y obtener mejores resultados.

### **4.1. DISTRIBUCIÓN DE LOS MACHOS EN LA PLANTACIÓN.**

La proporción de los machos en la plantación será del 10%. En este caso no se colocaran en función de la proporción, rodeando un número concreto de ejemplares femeninos al macho; sino que se realizará en función de los vientos dominantes, para lo que se tiene en cuenta la rosa de los vientos realizada en el estudio climático (ilustración 5).

**Ilustración 5: Rosa de los vientos del emplazamiento de la plantación. Fuente: Elaboración propia.**



Tal y como puede observarse, los vientos dominantes se establecen generalmente en dirección oeste y suroeste, coincidiendo con la dirección longitudinal de la parcela. De este modo se colocarán los árboles masculinos siguiendo esta dirección. En la parte final de la plantación, en la zona noreste también se colocarán puesto que hay presencia de vientos dominantes, de menor importancia, en esa dirección.

Según la dirección del aire, y considerando la forma y orientación de la parcela la distribución de los árboles masculinos se llevará de la siguiente forma: colocando un ejemplar masculino en cada línea de cultivo seguidos de 9 árboles femeninos; siguiendo este criterio hasta el final de las líneas de cultivo, dónde se colocarán los últimos ejemplares masculinos. Por lo tanto los árboles seguirán esta distribución:

**Ilustración 6: Distribución de los árboles masculinos en la plantación. Fuente: Elaboración propia.**



Dónde las espas rojas del croquis representan los árboles masculinos y las azules los femeninos.

Se sigue esta distribución porque la forma de la parcela y la dirección de las líneas de cultivo coinciden con la dirección de los vientos dominantes. Además dado que las líneas no comienzan todas en el mismo punto, por la forma de la parcela, los árboles masculinos no quedarán en línea, de manera que la polinización se verá favorecida. Dentro de los árboles masculinos las variedades serán distribuidas al azar, puesto que no han de ocupar una posición concreta en la plantación pero siguiendo el porcentaje del 8% la variedad Peter y 2% el resto de variedades.

Hay que considerar que una vez transcurrido un tiempo, cuando los árboles masculinos alcanzan la madurez, el porcentaje de estos puede reducirse hasta un 2% puesto que son capaces de producir el polen necesario para toda la plantación. En este caso no se reducirá tan drásticamente el número, eliminando algunos y plantando hembras en su lugar transcurridos aproximadamente 10 años.

## **5. PREPARACIÓN DEL TERRENO.**

La preparación del terreno es una operación necesaria e imprescindible para el exitoso establecimiento del cultivo. Entre los principios del laboreo cabe destacar la consecución de un suelo con buena estructura, drenado y aireado; la eliminación de aquello que pueda competir o causar impedimentos para el desarrollo del cultivo, tales como malas hierbas o piedras; incorporación de enmiendas al suelo; y la eliminación de la compactación, especialmente en profundidad, para favorecer el desarrollo y la exploración del suelo por parte del sistema radicular. Las labores a realizar, profundas y superficiales, se harán con el objetivo de deteriorar lo menos posible el suelo y el medio ambiente, por lo que se buscará el óptimo del terreno con el menor número de pasadas.

Hay que tener en cuenta el cultivo anterior, en este caso las parcelas se encuentran de barbecho, en las que se realizaron pases de cultivador en diferentes momentos. Por lo tanto no será necesario llevar a cabo el alzado del cultivo anterior.

### **5.1. NIVELACIÓN.**

La nivelación del terreno es una operación necesaria en plantaciones que vayan a regarse por inundación o surcos. Aunque el terreno parezca llano, la nivelación siempre es necesaria para conseguir una pendiente uniforme. Esta operación se ha de realizar con el suelo desnudo incorporando o destruyendo los posibles restos vegetales.

En este caso no se va a llevar a cabo una nivelación del terreno puesto que la pendiente no es excesiva y que, además, el sistema de riego a utilizar es el riego por goteo, de manera que no es imprescindible.

Al evitar esta operación se va a disminuir la compactación del terreno notablemente, además para un éxito en la operación esta debe realizarse dos antes del establecimiento de la plantación, por lo que durante estos años se agravaría el problema de compactación.

## 5.2. PASE DE SUBSOLADOR.

El pase de subsolador es una labor que no voltea el terreno como puede hacer el arado de vertedera sino que ocasiona la rotura en profundidad de las capas compactas sin voltear los horizontes. La profundidad de trabajo de estos equipos oscila entre los 50 y 80cm, utilizando en este caso el subsolador del promotor, el cual proporciona una labor de 70cm.

La manera de trabajar con este equipo será subsolando el total de la parcela, realizando dos pases cruzados, pudiendo ser el primero de ellos de menor profundidad en el caso de que el suelo otorgue mucha resistencia.

Tras esta labor fundamental el terreno queda agrietado y de manera irregular, por lo que es necesario llevar a cabo una labor superficial complementaria.

Entre los beneficios que posee esta labor fundamental pueden destacarse:

- Rotura de la suela de labor, lo que favorece el desarrollo del sistema radicular, y además se disminuye el riesgo de encharcamiento al mejorar el drenaje.
- Aumento de la capacidad de retención de agua, incrementándose el número de poros y su permeabilidad, lo que facilita la circulación del agua en el suelo.
- Afloramiento de piedras.
- Incremento de la actividad microbiana.

La época de realización de esta operación será a finales del verano, antes de la llegada de la época de lluvias, porque el éxito de esta operación está ligado a tiempo seco. Se realizará con la maquinaria de la explotación, con el tractor y el subsolador.

**Ilustración 7: Subsolador similar al de la explotación. Fuente: Imagen extraída de internet.**



## 5.3. DESPEDREGADO.

Las parcelas sobre las que se desarrolla el proyecto no presentan una gran cantidad de piedras en la superficie y siendo estas de tamaño pequeño, ocupando entre el 10% de la superficie. Sin embargo, al realizarse la labor de subsolado pueden emerger hacia la superficie un mayor número de éstas. Por lo tanto, si se diera ese incremento notorio de piedras sería necesario llevar a cabo un despedregado.



Pese a ello, algunos autores afirman que la presencia de piedras de un tamaño pequeño y regular puede ser beneficioso para los frutales, entre ellos el pistachero, ya que mejora la estructura del suelo al facilitar la infiltración de agua y aire. Como desventaja de la presencia de piedras podría destacarse el desgaste prematuro de los aperos, la posible rotura de estos y la dificultad de tránsito.

En el caso de que el nivel de piedras en el terreno se mantenga como previo a la labor de subsolador no se realizará la retirada de estas; en el caso de que aumentara si sería necesario su extracción del terreno mediante una máquina indicada para tal uso, la cual debería ser alquilada puesto que el promotor no dispone de ella. Esta máquina realiza una labor excelente pero su rendimiento es bajo, puesto que su funcionamiento es similar al de una trailla, necesitando por lo tanto de una zona para el depósito de estas piedras.

**Ilustración 8: Despedregadora. Fuente: Imagen extraída de internet.**



Por lo tanto, a priori no se precisará de esta labor.

#### **5.4. PASE DE CULTIVADOR.**

Tras realizar el pase de subsolador el suelo queda muy poco uniforme, por lo que es necesario llevar a cabo una labor complementaria.

La labor complementaria será realizada con un cultivador propiedad del promotor, el cual dejará el terreno perfectamente mullido y disgregado, eliminando los posibles terrones y mejorando la aireación del suelo. Se realizarán dos pases de cultivador cruzados, siendo el último de ellos en la dirección de las líneas de cultivo, para facilitar la operación de plantación. Esta operación se llevará a cabo cuando el terreno se encuentre en tempero.

El cultivador de la explotación además está equipado con un rulo en su parte trasera, con el fin de dejar el terreno en las mejores condiciones.

**Ilustración 9: Cultivador con rulo. Fuente: Imagen extraída de internet.**



## **6. REPLANTEO Y MARCADO DE HOYOS.**

El replanteo consiste, básicamente, en señalar la posición de cada árbol en el terreno. Generalmente también se indica la posición de los caminos y las calles de servicio aunque en este caso como no existen no será necesario. Esta operación será llevada a cabo previo al mes de febrero, cuando el suelo se encuentre en condiciones de poder entrar y trabajar sobre él.

En este caso, para el marcado de la primera línea de cultivo, se tomará como referencia la longitud mayor y más recta de la parcela, es decir la linde suroeste-noreste de la parcela. Sobre esta longitud, y guardando una distancia de cinco metros a la linde, donde se ubica el vallado, se extiende una cuerda hasta el extremo de la zona de plantación. Esta línea, puesto que es la más recta, servirá como línea de referencia para el resto de las líneas de cultivo, las cuales serán líneas paralelas separadas por una distancia de siete metros.

En la zona norte del terreno, en donde las parcelas no tienen una forma de línea recta, se colocarán los árboles guardando la distancia de siete metros entre líneas de cultivo y de cinco metros entre árboles de una línea, de manera que no será una línea de cultivo completa como las demás.

Puesto que se va a realizar la plantación con ayuda de una plantadora y dado que el tractor de la explotación dispone de GPS con autoguiado únicamente será necesario el marcado de esta primera línea, puesto que el tractor automáticamente circulará por las líneas paralelas a esta.

Para el marcado de esta primera línea de cultivo será necesario una cinta métrica de 25m, una cuerda de gran longitud, estacas, jalones o cal. En este caso se marcará con cal puesto que los jalones tendrán que ser retirados en el momento de entrada de la máquina, pudiendo dar lugar a confusiones.

**Ilustración 10: Jalones para replanteo y marcado.**

**Fuente: Imagen extraída de internet**



**Ilustración 11: Cinta métrica.**

**Fuente: Imagen extraída de internet**



## **7. PLANTACIÓN.**

Existen diferentes formas de llevar a cabo la plantación. A continuación se exponen los más utilizados y posteriormente la justificación del sistema elegido.

### **7.1. PLANTACIÓN MANUAL.**

Es la forma tradicional de llevar a cabo la plantación, utilizada durante muchos años y de manera manual. Actualmente esta forma de plantación es utilizada para la reposición de marras.

Dentro de la plantación manual existen numerosas variantes en función de la herramienta o herramientas utilizadas. Puede realizarse con la ayuda de un pico, con una plantadora manual, un palote o incluso con un azadón.

Poco a poco se ha ido abandonado este tipo de plantación y se ha ido mecanizando.

### **7.2. PLANTACIÓN CON AHOYADOR.**

Esta forma de plantación se basa en la utilización de una máquina ahoyadora, de las cuales existen principalmente dos tipos. El principio de funcionamiento de estas máquinas es un eje vertical giratorio movido por un motor, el cual acopla sobre el eje una barrena similar a un tornillo sinfín. Esta barrena penetra en el suelo sacando la tierra y creando un hoyo de diámetro perfecto, oscilando generalmente en diámetros comprendidos entre 15 y 80cm.

Existen las máquinas ahoyadoras con motor propio de diferentes cilindradas, las cuales son sostenidas por uno o dos operarios, en función de la envergadura, trasladándola de hoyo en hoyo.

**Ilustración 12: Ahoyador mecánico trabajando. Fuente: Imagen extraída de internet.**



Otro grupo de estas son las ahoyadoras acopladas a un tractor, estas son impulsadas por el tractor aunque el principio de funcionamiento es el mismo. Tienen mayor potencia que las anteriores, y además existen en el mercado máquinas que poseen dos equipos juntos, trabajando a la vez sobre dos líneas de cultivo.

**Ilustración 13: Ahoyador para tractor. Fuente: Imagen extraída de internet.**



Con cualquiera de estas máquinas, posteriormente a la apertura del hoyo y a la introducción del árbol hay que tapar manualmente el hoyo y compactar la superficie del sistema radicular, por lo que pese a ser un sistema más mecanizado que el anterior también necesita mano de obra.

### **7.3. PLANTACIÓN CON MÁQUINAS ABRESURCOS.**

Está basado en la apertura de un surco por un apero que lleva el tractor, este surco se abre de manera continua sobre la superficie, por lo que únicamente es necesario depositar la planta o abrir un poco más mediante una azada; cerrándolo posteriormente.

Este sistema es muy similar a las plantadoras arrastradas por el tractor, de la que es su precursor.

**Ilustración 14: Reja abresurco. Fuente: Imagen extraída de internet.**



#### **7.4. PLANTACIÓN CON MÁQUINAS PLANTADORAS.**

Se trata de un sistema similar al anterior, pero más evolucionado. Consta de un subsolador con un equipo de chapas divergentes tras el para mantener una zona sin tierra, donde se depositará la planta.

Se trata de una maquina movida por el tractor, el cual debe circular sobre la línea de cultivo. Sobre la maquina se coloca un operario que deposita las plantas detrás de la reja hasta que se cierra el surco y queda colocada sobre el terreno. Para que la distancia entre árboles de una línea sea constante previamente hay que realizar el marcado.

**Ilustración 15: Plantadora de un surco. Fuente: Imagen extraída de internet.**



Estas máquinas incrementan mucho el rendimiento de la plantación, superando oc creces los sistemas anteriores, pudiendo conseguir unos rendimientos aproximados de 450-500 plantas por hora.

#### **7.5. PLANTACIÓN CON MÁQUINAS PLANTADORAS Y GPS.**

Esta máquina es un avance de la anterior, la cual está automatizada y se sincroniza con el sistema de autoguiado del tractor. En este caso únicamente es necesario el marcado de la primera línea de cultivo, sobre la que circulará el tractor depositando las

plantas a la distancia a la que se programe. Una vez realizada la plantación de la primera línea el resto del terreno lo llevará a cabo de manera automática.

La máquina consta de una reja que abre el surco y un mecanismo regulable en altura que deposita la planta en el surco a la distancia indicada y a la profundidad requerida mediante unas pinzas. En la parte final de la máquina posee unos discos regulables para cerrar el surco. Es necesario alimentar a la máquina de plantas, por lo que equipa asientos para los operarios encargados de este fin.

**Ilustración 16: Plantadora de pequeña envergadura con GPS. Fuente: Imagen extraída de internet.**



El rendimiento de este equipo es muy alto, disminuyendo el tiempo requerido para la marcación de hoyos y siendo muy preciso.

## **7.6. SISTEMA ELEGIDO.**

Para la plantación de las parcelas se opta por la plantación mediante plantadora con GPS por la precisión que tiene y por el menor esfuerzo y mano de obra necesaria que en los otros tipos de plantación.

Esta maquinaria no está disponible en la explotación, por lo que será alquilada para la realización de la plantación. Esta máquina será movida por el tractor de la explotación, el cual se encuentra equipado con GPS.

La reposición de marras será llevada a cabo manualmente dado que no se alquilará para la reposición de un pequeño número de árboles.

## **7.7. ÉPOCA DE PLANTACIÓN.**

Se escoge planta injertada, por lo tanto habrá que buscar la época en la que no exista riesgo de fuertes heladas para evitar daños. Por lo tanto, la plantación se realizará a finales del mes de febrero o principios del mes de marzo, en función de la climatología.

## **7.8. CUIDADOS POST PLANTACIÓN.**

Si no se prevén lluvias inmediatamente después de la plantación habrá que aportar una dosis de agua de riego para que la tierra se asiente y envuelva a las raíces, para

que estas comiencen su nutrición. A este primer riego se le conoce como labor de asentamiento, la cual influirá en el número de marras.

**Protección frente a roedores:** La presencia de roedores hará necesaria la colocación de protectores plásticos ventilados, con el objetivo de evitar los daños

**Ilustración 17: Protectores de árboles frente a roedores. Fuente: Imagen extraída de internet.**



**Entutorado:** Se debe asegurar el crecimiento vertical del árbol para favorecer el rendimiento productivo futuro. Para mantener el tronco en esta posición es necesario colocar un tutor en el momento de la plantación. El tutor ha de conferir resistencia, evitando movimientos por causas de viento o por su propio peso. La longitud de estos será de aproximadamente 160cm, enterrando en torno a 40-50cm y dejando el resto sobre la superficie, buscando que coincida la punta del tutor con la distancia a la que se forme la apertura de ramas. Los tutores pueden ser de diferentes materiales:

- **Tutores de bambú natural:** Es la opción más económica pese a tener el inconveniente de su escasa duración. Con el paso del tiempo y al estar en contacto con el agua y el sol se va pudriendo el interior de la caña; siendo necesarios anualmente una gran cantidad.
- **Tutores de bambú plastificados en la base:** Se trata de un tutor de bambú seleccionado que en la zona de contacto con la tierra, y por lo tanto con la humedad, se trata para prolongar su duración. Este tipo de tutores tiene mayor vida útil que los anteriores, por lo que está justificado su precio mayor que los naturales sin tratar. La reposición de estos tutores es mínima.

En su colocación habrá que evitar los rozamientos entre el tutor y el tronco, realizando atados aleatorios desde la base hasta la parte superior mediante un material grueso y flexible que no ocasione daños y heridas a las plantas. Estos tutores han de ser colocados hacia los vientos dominantes, evitando que estos empujen al árbol contra el tutor ocasionando heridas.

En este caso se escogerán los tutores plastificados en la base, para evitar la reposición anual de estos. De cara a la realización del presupuesto habrá que incluir un tutor y un protector por cada árbol.

En los primeros momentos tras la plantación los árboles se encuentran en un momento crítico, siendo débiles todavía. Por lo tanto se mantendrá el suelo libre de malas hierbas para evitar la competencia.

## 7.9. REPOSICIÓN DE MARRAS.

La reposición de los ejemplares que no han arraigado perfectamente se llevará a cabo durante la parada vegetativa del siguiente año. Puesto que no existe una fuente que establezca un porcentaje de marras, se considera un 10% para la elaboración de este proyecto.

## 8. CUADRO RESUMEN.

Tabla 1: Resumen de las operaciones del año 0. Fuente: Elaboración propia.

| MES               | LABOR                               | EQUIPO                                      |
|-------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|
| SEPTIEMBRE        | SUBSOLADO                           | Tractor+ subsolador                         |
| SEPTIEMBRE        | DESPEDREGADO *si es necesario*      | Tractor+despedregadora                      |
| OCTUBRE-NOVIEMBRE | PASE DE CULTIVADOR                  | Tractor+cultivador                          |
| ENERO-FEBRERO     | REPLANTEO Y MARCADO                 | Manualmente. Cuerda, estacas, jalones, cal. |
| FEBRERO-MARZO     | PLANTACIÓN                          | Tractor+plantadora GPS                      |
| FEBRERO-MARZO     | COLOCACIÓN DE TUTORES Y PROTECTORES | Manualmente.                                |
| FEBRERO-MARZO     | RIEGO POSTPLANTACIÓN                | Sistema de riego.                           |
| DICIEMBRE-FEBRERO | REPOSICIÓN DE MARRAS                | Manualmente.                                |



## **ANEJO IX: MANTENIMIENTO DEL SUELO**

## ÍNDICE

|                                                           |   |
|-----------------------------------------------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                      | 3 |
| 2. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO DEL SUELO.....               | 3 |
| 2.1. SUELO DESNUDO MEDIANTE LABOREO.....                  | 3 |
| 2.2. SUELO DESNUDO MEDIANTE FITOSANITARIOS.....           | 4 |
| 2.3. SUELO DESNUDO MEDIANTE ACOLCHADO.....                | 5 |
| 2.4. CUBIERTA VEGETAL.....                                | 6 |
| 2.4.1. CUBIERTA VEGETAL DE ESPECIES ESPONTÁNEAS.....      | 6 |
| 2.4.2. CUBIERTA VEGETAL DE ESPECIES SEMBRADAS.....        | 6 |
| 2.5. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DEL SUELO..... | 7 |
| 3. <i>MANTENIMIENTO DEL SUELO EN LA PLANTACIÓN</i> .....  | 7 |
| 3.1. MANTENIMIENTO DURANTE EL PERIODO JUVENIL.....        | 8 |
| 3.2. MANTENIMIENTO DURANTE EL RESTO DE LOS AÑOS.....      | 8 |
| 4. RESUMEN.....                                           | 9 |

## **1. INTRODUCCIÓN.**

En este anejo se describen las operaciones a llevar a cabo en lo referente al mantenimiento del suelo de la plantación. No se abordarán temas de enmiendas y abonados ni la defensa fitosanitaria puesto que existen unos anejos específicos para cada fin.

El manejo y mantenimiento del suelo de las plantaciones tiene como objetivo fundamental el control de las malas hierbas aunque persigue otros objetivos relacionados, como el mantenimiento de una buena estructura del suelo que minimice el problema de compactación, la disminución del peligro de erosión y la mejora de la fertilidad. El control de las malas hierbas puede realizarse mediante diferentes medios como se expone en los siguientes apartados.

## **2. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO DEL SUELO.**

A grandes rasgos existen dos formas de manejo de las plantaciones de pistacheros a nivel mundial. En países como Turquía, Irán e Italia se recogen los frutos en años alternos, realizando las mínimas labores culturales. Sin embargo, en países como España, Australia y Estados Unidos, con plantaciones más modernas, se presta gran atención al cuidado del suelo, al abonado, riego, poda y recolección.

Existen diferentes formas para el mantenimiento del suelo pero previamente hay que tener en cuenta estas consideraciones:

- Las raíces del pistachero pueden extenderse más de 4m del tronco.
- La mayor densidad radicular se encuentra entre 15 y 55cm de profundidad y entre 60 y 100cm del tronco.
- En Castilla-La Mancha los árboles poseen un escaso volumen de suelo.

### **2.1. SUELO DESNUDO MEDIANTE LABOREO.**

Es la técnica en la que se trabaja el suelo con diferentes aperos, generalmente gradas de discos o cultivadores, en diferentes momentos del año, para mantener el terreno libre de vegetación adventicia y trabajado en superficie. Con este sistema se elimina la competencia entre las malas hierbas y el cultivo principal y además se disminuyen las pérdidas de agua por evaporación.

Las labores se llevan a cabo en función del momento y de las decisiones del propietario de la plantación, pese a ello las labores recomendables son las siguientes:

- Labores de otoño: Llevadas a cabo tras las primeras lluvias del otoño con el fin de mullir el suelo compactado por el tránsito de maquinaria durante la recolección y por los riegos de la temporada estival. Con esta labor se facilita la infiltración y el aprovechamiento de las lluvias, eliminando la posible vegetación emergente.
- Labores de primavera: Su realización coincide con el final del invierno, cuando se termina la temporada de heladas y bajas temperaturas. Tiene como

objetivos eliminar la vegetación que ha emergido en esta época y maximizar el aprovechamiento de las lluvias primaverales al dejar perfectamente mullida la superficie.

Para conseguirlo generalmente se opta por pases de aperos como cultivadores o gradas de discos.

**Ilustración 1: Pase de cultivador sobre una plantación de frutales.**



**Fuente: Imagen extraída de internet.**

Es el más aconsejable para el pistachero en la mitad sur peninsular por su menor precipitación estival. Entre sus principales ventajas se pueden destacar:

- Económicamente viable.
- Buen control de las malas hierbas.
- No se aplican fitosanitarios.
- Mejora el desarrollo radicular, especialmente en los primeros años de la plantación.

Pese a ello, también tiene desventajas:

- Aumento del riesgo de erosión en parcelas de elevada pendiente.
- Posibles lesiones en el tronco por golpeo de los aperos.
- Posibles daños radiculares.
- Mayor riesgo de heladas primaverales.

El periodo de mayor frecuencia de laboreo del suelo es durante el verano, siendo necesarias entre 3 y 6 labores ligeras o superficiales, estableciendo una profundidad máxima aproximada de 20cm.

## **2.2. SUELO DESNUDO MEDIANTE FITOSANITARIOS.**

La técnica de mantenimiento del suelo desnudo, sin la utilización de maquinaria, se basa en la sustitución de los pases de maquinaria por el aporte de herbicidas, con el fin de eliminar la vegetación adventicia. Generalmente con tres o cuatro aplicaciones de herbicida anuales suelen ser suficientes para el control de las malas hierbas.

En terrenos fácilmente compactables el pase continuado de maquinaria puede aumentar este efecto, lo que es negativo para el buen desarrollo del cultivo. Por ello

surge como alternativa a los demás sistemas la aplicación de fitosanitarios, concretamente herbicidas, para eliminar la vegetación adventicia. Las ventajas de este sistema son las siguientes:

- Eliminación total de la vegetación adventicia.
- Menor riesgo de heladas primaverales.
- Mejor acceso y circulación por las calles de la plantación.
- Fácil aplicación.
- Reducción de la mineralización de la materia orgánica.
- Mayor aprovechamiento del agua de lluvia.

Este sistema también tiene desventajas, tales como:

- Menor resistencia ante fenómenos de sequía.
- Elevado coste de los productos.
- Riesgo de fitotoxicidad.
- Riesgo de contaminación de suelos y acuíferos por el uso frecuente de herbicidas.
- Daños en plantaciones jóvenes.
- Incremento de la erosión.

### **2.3. SUELO DESNUDO MEDIANTE ACOLCHADO.**

Esta técnica también es conocida como mulching y se basa en el control de las malas hierbas extendiendo sobre la superficie una capa que actúa evitando el desarrollo de la vegetación adventicia, ahogándola y evitando su desarrollo.

Existen diferentes tipos de material empleado para este fin, entre los que se pueden diferenciar dos tipos en función de su naturaleza:

- Mulching orgánico: Material de tipo orgánico como paja, viruta de madera, serrín, destriós de cereales...etc.
- Mulching Inerte: En este caso puede ser de materiales inorgánicos como diferentes tipos de mallas plásticas, grava, arena...etc.

Para su establecimiento será necesario una labor de cultivador o grada de discos; posteriormente se extenderá por todas las calles. Las ventajas de este sistema son las siguientes:

- Excelente control de la vegetación.
- Bajo coste.
- Incrementa el nivel de materia orgánica del suelo si se usan materiales orgánicos.
- Disminución de la pérdida de agua por evaporación.
- Menor riesgo de heladas primaverales.
- Evita la degradación del perfil de suelo.

Pese a estas ventajas también presenta una serie de inconvenientes:

- El enterrado de enmiendas y abonos es imposible.

- Incremento de la incidencia de plagas.
- Incremento de la presencia de roedores.
- Riesgo de asfixia radicular.
- Riesgo de incendio.

Estas técnicas son muy poco utilizadas en las plantaciones españolas, siendo únicamente implementadas en métodos mixtos de mantenimiento del suelo.

## **2.4. CUBIERTA VEGETAL.**

Esta técnica se basa en el mantenimiento de una cubierta vegetal sobre las calles, de origen natural o artificial, y que puede perdurar durante todo el año o únicamente establecerse en un momento concreto. Esta cubierta vegetal suele establecerse en las calles, realizando tratamientos con herbicidas para eliminar la vegetación emergida entre árboles de una misma línea. Entre las ventajas de las cubiertas vegetales puede destacarse:

- Gran protección frente a la erosión.
- Aporte de materia orgánica al suelo.
- Disminución de la suela de labor al disminuir el paso de maquinaria.

Pese a estas ventajas también presenta inconvenientes:

- Mayor riesgo de heladas tardías.
- Posible aumento de la población de roedores.
- Consumo de nutrientes y agua, pudiendo competir con el cultivo en su fase juvenil.

Existen diferentes tipos de cubierta vegetal, en función de la botánica de los vegetales que la conforman.

### **2.4.1. CUBIERTA VEGETAL DE ESPECIES ESPONTÁNEAS.**

Este tipo de cubierta vegetal se basa en el mantenimiento de las malas hierbas que emergen en las calles de la plantación. Esta vegetación se mantiene hasta el final del invierno, cuando se siega y de esta manera se evita que esta planta compita por los recursos con el cultivo.

Dado que la competencia por los recursos, principalmente agua y nutrientes, se ha de realizar la siega de esta cubierta. Las malas hierbas evolucionan y se desarrollan en poco tiempo, por lo que la variabilidad inicial de especies irá tendiendo hacia plantas de porte rastrero.

### **2.4.2. CUBIERTA VEGETAL DE ESPECIES SEMBRADAS.**

Este tipo de cubierta vegetal tiene como principio la siembra de los vegetales, siendo por lo tanto una alternativa a la cubierta vegetal de especies espontáneas. En este caso se puede realizar la siembra de una única especie o de varias, en cualquier caso es recomendable que las especies a introducir se encuentren bien adaptadas al cultivo en secano. Principalmente se suelen utilizar gramíneas y leguminosas dado que son habituales en la mayor parte de las zonas de cultivo, su precio es razonable y el ciclo se desarrolla durante los meses de otoño e invierno. Existen numerosas especies que pueden ser utilizadas como cubierta vegetal, a continuación se indican las principales.

**Cubierta vegetal de gramíneas:** Como los tradicionalmente cultivados en la zona, trigo, cebada, avena o centeno. Estos cultivos son fáciles de establecer, asegurando su éxito en el desarrollo, además crean una cobertura excelente sobre el suelo, desarrollando una buena cantidad de biomasa.

No es necesario la siembra de simiente de alto valor genético puesto que su objetivo no es la obtención de grano, sino que únicamente esta semilla deberá estar sana y libre de enfermedades, asegurando una buena germinación y nascencia. El consumo de agua por la cubierta vegetal se compensa con una mayor infiltración y menores pérdidas por evaporación, por lo que la cantidad de agua en el suelo en primavera es similar a la existente con otras técnicas de cultivo.

En el anejo : Fertirrigación se tiene en consideración el aporte de materia orgánica al suelo por parte de esta cubierta vegetal. Cuando la cubierta vegetal ofrece una cobertura del 70% aproximadamente se debe proceder a su siega o enterrado para evitar la competencia con el cultivo.

**Cubierta vegetal de leguminosas:** Las leguminosas tienen la ventaja, frente a las gramíneas, de la fijación de nitrógeno, por lo que se perfilan como una opción a tener en cuenta. Además este tipo de cubierta suele fructificar antes que los cereales, durante la primavera, por lo que no será necesario la siega de la cubierta vegetal, pudiendo ser enterrada posteriormente y aportar aparte del nitrógeno una pequeña enmienda orgánica.

**Cubierta vegetal de gramíneas y leguminosas:** Es el resultado de la siembra conjunta de ambas, en una mezcla de semillas. En este caso el nitrógeno aportado por las leguminosas sería consumido por las gramíneas, disminuyendo razonablemente la competencia con el cultivo principal.

## **2.5. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DEL SUELO.**

Tal y como se adelanta en el Anejo V: Estudio de alternativas, se va a llevar a cabo el mantenimiento del suelo combinando dos de las técnicas para tratar de conseguir las máximas ventajas. De este modo se opta por el establecimiento de una cubierta vegetal durante los meses otoñales e invernales, seguido de un laboreo durante los momentos de máximas necesidades de los pistacheros. Por lo tanto se trata de una técnica mixta alternante entre laboreo y cubierta vegetal. Además el control de las malas hierbas de las líneas de cultivo se realizará con herbicidas, puesto que no se puede realizar por medios mecánicos para evitar roturas y desperfectos sobre los elementos del sistema de riego.

La cubierta vegetal estará compuesta por una mezcla de semillas de gramíneas y leguminosas, con el objetivo de no competir con los recursos del suelo al favorecerse la fijación de nitrógeno por parte de las leguminosas.

## **3. MANTENIMIENTO DEL SUELO EN LA PLANTACIÓN.**

Tal y como se ha indicado anteriormente se llevará a cabo una técnica mixta alternante. Esto se debe a disminuir el riesgo de erosión durante el periodo invernal, a

la mayor infiltración de agua, y a la vez con la disminución de la competencia en los momentos de máximas necesidades del pistachero.

El mantenimiento del suelo será diferente en función de la edad de la plantación.

### **3.1. MANTENIMIENTO DURANTE EL PERIODO JUVENIL.**

Durante los primeros años de la plantación, concretamente hasta el sexto año, no se establecerá la cubierta vegetal para favorecer el desarrollo en profundidad de las raíces del árbol, evitando competencias. Con esto se conseguirá que explore gran cantidad de terreno, favoreciendo la absorción de los nutrientes. En estos momentos se trabajara tal y como si se tratase de un sistema de suelo desnudo mediante laboreo, por lo que se realizará una labor de otoño tras las primeras lluvias otoñales, con el objetivo de mullir el terreno y eliminar la vegetación emergida recientemente, favoreciendo además la infiltración del agua de cara a las próximas precipitaciones. Esta labor será realizada con el cultivador de la explotación, trabajando aproximadamente a una profundidad de 20cm.

Se llevara a cabo una labor de primavera al terminar el invierno, para aportar las condiciones apropiadas a la superficie. Pese a establecer estas dos labores, se llevarán a cabo otras siempre y cuando sea necesario, es decir cuando el nivel de malas hierbas aumente considerablemente.

Al igual que se hará en los demás periodos, el control de las malas hierbas de las líneas de cultivo de hará mediante herbicidas. En este periodo la concentración de producto será mínima para evitar daños radiculares y sin aplicar en la superficie más próxima al árbol, en la cual se eliminarán las malas hierbas manualmente.

### **3.2. MANTENIMIENTO DURANTE EL RESTO DE LOS AÑOS.**

Durante el resto de los años el mantenimiento del suelo será único. En este periodo de tiempo se sembrará una cubierta vegetal en otoño, tras la recolección de los frutos y cuando se encuentre la tierra en tempero. Se sembrará una mezcla de leguminosas y gramíneas mediante la sembradora perteneciente al promotor. Esta cubierta vegetal se mantendrá, sin aplicar ningún abono, hasta completar su ciclo y cuando cubra aproximadamente el 70% de la superficie será enterrada en la superficie, aportando materia orgánica y nutrientes al suelo.

Este enterrado se realizará aproximadamente en el mes de mayo, a partir del cual se realizarán pases de cultivador siempre y cuando sean necesarios. El tratamiento de las líneas de cultivo con herbicida será realizado una vez al año, puesto que al ser un riego localizado no habrá mucha proliferación de estas.

Pese a establecer unos momentos concretos de actuación, se actuará fuera de estos siempre y cuando sea necesario.



#### 4. RESUMEN.

Tabla 1: Resumen del mantenimiento del suelo de la plantación. Fuente: Elaboración propia.

| MES              | AÑO  | LABOR                              | EQUIPO                 |
|------------------|------|------------------------------------|------------------------|
| Octubre          | 0-6  | Pase de cultivador                 | Tractor y cultivador   |
| Febrero-Marzo    |      | Pase de cultivador                 | Tractor y cultivador   |
| Abril            |      | Tratamiento herbicida en líneas    | Tractor y pulverizador |
| Junio-septiembre |      | Pase de Cultivador                 | Tractor y cultivador   |
| Octubre          | 7-40 | Siembra de la cubierta vegetal     | Tractor y sembradora   |
| Abril            |      | Tratamiento de herbicida en líneas | Tractor y pulverizador |
| Mayo             |      | Enterrado de la cubierta vegetal   | Tractor y cultivador   |
| Junio-septiembre |      | Pase de cultivador                 | Tractor y cultivador   |

# **ANEJO X: FERTIRRIGACIÓN**

## ÍNDICE

|        |                                                       |    |
|--------|-------------------------------------------------------|----|
| 1.     | INTRODUCCIÓN.                                         | 4  |
| 2.     | NECESIDAD DE FERTIRRIGACIÓN.                          | 4  |
| 3.     | VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA FERTIRRIGACIÓN.       | 4  |
| 4.     | NUTRIENTES DEL SUELO Y SU RELACIÓN CON EL PISTACHERO. | 5  |
| 4.1.   | MACRONUTRIENTES.                                      | 5  |
| 4.1.1. | NITRÓGENO.                                            | 5  |
| 4.1.2. | FÓSFORO.                                              | 6  |
| 4.1.3. | POTASIO.                                              | 7  |
| 4.1.4. | CALCIO.                                               | 7  |
| 4.1.5. | MAGNESIO.                                             | 8  |
| 4.2.   | MICRONUTRIENTES.                                      | 8  |
| 4.2.1. | HIERRO.                                               | 8  |
| 4.2.2. | MANGANESO.                                            | 9  |
| 4.2.3. | BORO.                                                 | 9  |
| 4.2.4. | COBRE.                                                | 10 |
| 4.2.5. | ZINC.                                                 | 10 |
| 4.2.6. | MOLIBDENO.                                            | 11 |
| 4.2.7. | CLORO Y SODIO.                                        | 11 |
| 5.     | CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES.                 | 11 |
| 5.1.   | SOLUBILIDAD.                                          | 11 |
| 5.2.   | SALINIDAD.                                            | 12 |
| 5.3.   | PUREZA.                                               | 12 |
| 5.4.   | ACIDEZ.                                               | 12 |
| 5.5.   | MEZCLA DE COMPUESTOS.                                 | 12 |
| 6.     | PRINCIPALES FERTILIZANTES.                            | 13 |
| 6.1.   | PRINCIPALES FERTILIZANTES QUE APORTAN NITRÓGENO.      | 13 |
| 6.2.   | PRINCIPALES FERTILIZANTES QUE APORTAN FÓSFORO.        | 14 |
| 6.3.   | PRINCIPALES FERTILIZANTES QUE APORTAN POTASIO.        | 14 |
| 6.4.   | PRESENTACIÓN DE LOS FERTILIZANTES.                    | 14 |
| 6.4.1. | FERTILIZANTES SÓLIDOS.                                | 15 |
| 6.4.2. | FERTILIZANTES LÍQUIDOS.                               | 15 |
| 7.     | FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.                               | 15 |
| 7.1.   | BALANCE DE HUMUS.                                     | 16 |
| 8.     | EXTRACCIONES DEL CULTIVO.                             | 19 |
| 8.1.   | AÑO 0, 1, 2 Y 3.                                      | 19 |

|        |                                               |    |
|--------|-----------------------------------------------|----|
| 8.2.   | AÑO 4, 5, 6 Y 7.....                          | 20 |
| 8.2.1. | AÑO 4.....                                    | 20 |
| 8.2.2. | AÑO 5.....                                    | 20 |
| 8.2.3. | AÑO 6.....                                    | 20 |
| 8.2.4. | AÑO 7.....                                    | 21 |
| 8.3.   | AÑO 8 A 40.....                               | 21 |
| 8.3.1. | AÑO 8.....                                    | 21 |
| 8.3.2. | AÑO 9.....                                    | 21 |
| 8.3.3. | AÑO 10.....                                   | 21 |
| 8.3.4. | AÑO 11 A 34.....                              | 22 |
| 8.3.5. | AÑO 35 A 40.....                              | 22 |
| 8.4.   | CONCLUSIONES.....                             | 22 |
| 9.     | CÁLCULO DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL.....      | 23 |
| 9.1.   | AÑO 0, 1, 2 Y 3.....                          | 24 |
| 9.2.   | AÑOS 4 A 7.....                               | 24 |
| 9.3.   | AÑO 8.....                                    | 24 |
| 9.4.   | AÑO 9 Y 10.....                               | 25 |
| 9.5.   | AÑO 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29 Y 32.....      | 25 |
| 9.6.   | AÑO 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30 Y 33.....      | 26 |
| 9.7.   | AÑO 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31 Y 34.....      | 26 |
| 9.8.   | AÑO 35 Y 38.....                              | 26 |
| 9.9.   | AÑO 36 Y 39.....                              | 27 |
| 9.10.  | AÑO 37 Y 40.....                              | 27 |
| 10.    | ÉPOCA DE APLICACIÓN.....                      | 27 |
| 10.1.  | NITRÓGENO.....                                | 27 |
| 10.2.  | FÓSFORO.....                                  | 27 |
| 10.3.  | POTASIO.....                                  | 28 |
| 10.4.  | OTROS NUTRIENTES.....                         | 28 |
| 11.    | SEGUIMIENTO NUTRICIONAL DE LA PLANTACIÓN..... | 28 |
| 11.1.  | ANÁLISIS FOLIAR.....                          | 28 |

## **1. INTRODUCCIÓN.**

La fertilización es una operación que se encarga de mantener los niveles de nutrientes, y con ello la fertilidad, del suelo; desde los elementos minerales a la materia orgánica. Esta operación tiene como fin, en este caso, el que la existencia de nutrientes en el suelo no sea un factor limitante para el buen desarrollo de la plantación.

La aplicación de fertilizantes puede realizarse por diferentes medios, en este proyecto se hará mediante el agua de riego, por lo que se trata de fertirrigación. Se entiende por fertirrigación a la técnica que permite la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través del sistema de riego; de esta manera se aprovechan los sistemas de riegos localizados de alta frecuencia y especialmente el riego por goteo. Con esta aplicación se consigue fertilizar únicamente una parte del terreno, en concreto aquella que será aprovechada por el árbol; en el caso de la aplicación convencional se aplicaría sobre el total de la superficie. Además, la eficacia de los abonos siguiendo este método de aplicación aumenta significativamente, a la vez que disminuye la cantidad aportada.

En este anejo se describirán los principales nutrientes del pistachero así como sus necesidades y carencias, además de que se establecerá un programa de abonado en función de las diferentes etapas.

## **2. NECESIDAD DE FERTIRRIGACIÓN.**

Puesto que el sistema de riego adoptado en este proyecto es el riego por goteo la aportación de agua se hará en puntos concretos de la plantación, por lo tanto, para conseguir una mayor eficiencia de este aporte de fertilizantes, lo más adecuado y consecuente es la aplicación localizada de estos fertilizantes. En el caso de seguir un modelo de abonado tradicional se perdería parte de abono, puesto que no sería aprovechado por el sistema radicular de los árboles. Por todo esto, considerando las características edafoclimáticas y el principio de conservación ambiental se ha decidido optar por este sistema.

## **3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA FERTIRRIGACIÓN.**

La fertirrigación presenta una serie de ventajas, entre las que destacan:

- Aplicación localizada sobre la zona de absorción del sistema radicular, concurrendo en espacio y tiempo con agua, por lo que su disolución y absorción radicular mejora notablemente.
- Menores pérdidas que en el sistema tradicional, aportando una menor cantidad y reduciendo el coste.
- Ante una carencia o déficit se opera fácilmente para su solución.
- Mayor dosificación de productos, en función de las necesidades puntuales de los árboles.

- Versatilidad de la instalación, puesto que se puede aportar en ella, de la misma manera que abonos, productos fitosanitarios como herbicidas, insecticidas, fungicidas..etc.

La fertirrigación también tiene alguna desventaja, aunque son menores y de menor importancia. Las principales se indican a continuación:

- Posible aumento de la salinidad del agua.
- Obstrucción de los goteros en función de las diferentes concentraciones.
- Incompatibilidad entre compuestos.

## **4. NUTRIENTES DEL SUELO Y SU RELACIÓN CON EL PISTACHERO.**

Las plantas, además del agua que toman del suelo y del dióxido de carbono atmosférico, necesitan una serie de nutrientes. En el caso del pistachero, para el buen desarrollo del árbol son fundamentales catorce nutrientes, no siendo importantes únicamente por la acción sobre diversos procesos fisiológicos, sino que juegan un papel fundamental en la resistencia a plagas y enfermedades. En este apartado se estudiara la función de cada uno de ellos, así como el consumo por parte del árbol y la manifestación de la carencia.

### **4.1. MACRONUTRIENTES.**

Dentro de los macronutrientes se encuentran el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.

#### **4.1.1.NITRÓGENO.**

Los árboles, y los vegetales en general, lo utilizan para sintetizar aminoácidos y ácidos nucleicos, compuestos imprescindibles para llevar a cabo todos sus procesos bioquímicos y fisiológicos. Cabe destacar que los aportes de nitrógeno favorecen y aumentan el crecimiento de los vegetales. Este nutriente es tomado por las raíces y se considera como el elemento cuya utilización en la fertilización ocasiona resultados más relevantes y visibles. Si el árbol toma una buena cantidad de nitrógeno adelantará la brotación, producirá un gran desarrollo de hojas y tallos además que se tornará hacia un color verde oscuro, debido a la clorofila.

Junto al calcio es el elemento más consumido a lo largo del año por el pistachero, en torno a una cantidad superior a 700g/árbol, de los que entre el 70 y 80 % se integran en el fruto. se consideran niveles óptimos de este elemento en hoja de entre el 2,6 y 2,9% para árboles jóvenes de rápido crecimiento y, a partir del 2,3% en árboles adultos. Pese a ello, los niveles superiores al 2,5% no incrementan la producción.

Un exceso de nitrógeno es contraproducente puesto que habrá un exceso de vegetación, aumentando el tiempo de maduración, disminuyendo la calidad de los frutos y además los tejidos que lo componen, en especial las ramas, estarán más tiernas y verdes; teniendo mayor predisposición a contraer enfermedades y aumentando la sensibilidad ante fenómenos meteorológicos.

Su incorporación suele realizarse en primavera y a principios del verano. La mitad de las necesidades se aportan desde finales de marzo hasta mediados de mayo; y la otra mitad entre los meses de junio y julio, de cara al llenado del fruto. no es conveniente aportarlo en árboles recién trasplantados, ya que disminuye su resistencia al frío. Por otro lado, las aplicaciones tardías, a partir de julio, inducen el crecimiento vegetativo y podrían retrasar la entrada en parada invernal, elevando el riesgo y la sensibilidad ante las primeras heladas de la temporada. Si es aportado en dosis equilibradas existen referencias que constatan un aumento de la producción final y de la resistencia a enfermedades como botriosfera o alternaría, cuando es aportado junto al calcio.

En plantaciones jóvenes se debe localizar cerca del tronco durante los primeros años. Posteriormente, la distribución se encontrara en la superficie del suelo proyectada por la copa. A partir del tercer año y hasta el séptimo, en suelos poco profundos y de regadío, pueden incorporarse entre 8 y 15kg/ha de nitrógeno en abril y entre 3 y 7 kg/ha en los meses de junio y a primeros de agosto.

En plantaciones adultas a partir del séptimo año y en terrenos profundos, como es el caso, se puede aportar anualmente una cantidad de 60-90 kg/ha repartidos entre finales de abril y julio.

La deficiencia de nitrógeno provoca retrasos en la brotación, brotes cortos y delgados con la corteza rojiza así como hojas pequeñas de forma normal pero de color verde pálido, con sus venas y peciolo rojizo que suelen desembocar en un color amarillento, cayéndose de forma prematura en julio o agosto y en mayor medida en los años de mayor carga.

#### **4.1.2.FÓSFORO.**

Después del nitrógeno es el elemento que más puede limitar el rendimiento del cultivo. Está presente en todas las células puesto que interviene en diversos procesos bioquímicos tales como la formación de ácidos nucleicos, producción de energía y formación de raíces, además de acelerar e incrementar la producción de semillas. Este elemento también incrementa la eficiencia del uso del agua y la resistencia a algunas enfermedades, mejora la productividad (relación entre la producción y el área de sección del tronco) y el rendimiento productivo.

Se almacena en los árboles durante los años de menor carga, por lo que debe estar disponible durante la estación de crecimiento. El consumo para el llenado de frutos en años de carga supera los 50g/árbol.

La aplicación de este elemento se inicia en la plantación adulta, aportando del orden de 50-120 kg/ha en el mes de abril. La deficiencia se manifiesta por un retraso en la brotación, es decir, un crecimiento lento; el follaje toma color verde mate, las hojas basales adquieren manchas necróticas cerca de los márgenes que terminan afectando al resto de foliolos y que, acaban deshidratándose y cayéndose prematuramente. Sus bajos niveles elevan la susceptibilidad del árbol a la marchitez causada por verticilosis.

### **4.1.3.POTASIO.**

El potasio es fundamental para la formación de azúcares, activa numerosas enzimas y juega un papel esencial en la apertura de estomas, crecimiento meristemático, relaciones agua-árbol, intercambios celulares, transpiración y balance de gases, síntesis de proteínas y división celular. En relación con el aspecto agronómico, además de acelerar la maduración de los frutos, mejora su calidad en cuanto al peso, dehiscencia y menor número de manchados y vacíos, y favorece el crecimiento vegetativo y el proceso de fructificación.

La mayor parte de este nutriente se pierde tras la recolección, al ser el fruto la parte del árbol que mayor consumo tiene. En diversos estudios realizados en California se ha establecido que en los años de elevada producción se producen unas extracciones de potasio de 225kg/ha, mientras que en los años de menor producción el valor desciende hasta 115kg/ha.

Su aplicación en exceso puede originar pérdidas en la producción y en la calidad de los frutos, al elevarse las probabilidades de producirse fenómenos de bloqueo con el calcio y el magnesio. Algunos de los trabajos californianos recomiendan su aplicación en forma de cloruro potásico (ClK) para incrementar la dehiscencia de los frutos. Sin embargo, para que no se produzcan los efectos negativos derivados de la aportación del cloro, los suelos deberían tener buen drenaje, no ser salinos y tener una buena dotación de agua para conseguir un buen lavado; en el caso contrario, la incorporación debe hacerse en forma de sulfato o nitrato. En este caso, y puesto que no existe riesgo se podrán optar por cualquiera de las dos formas de aporte de potasio.

En las plantaciones adultas e inconvenientemente de la conveniencia de análisis foliares periódicos para conocer el nivel de todos los elementos, una aportación media de 120-250 kg/ha será suficiente para mantener la estabilidad y que este elemento sea positivo para el vegetal,

Su carencia produce un efecto en las hojas llamado quemadura, que se manifiesta por un color verde pálido, con manchas cloróticas entre las nervaduras. Posteriormente, los márgenes se vuelven acorchados y los peciolo varían su color del verde pálido al blanquecino. El tejido amarillo de las hojas se vuelve marrón y se seca. Estos síntomas pueden ser confundidos con la toxicidad de sodio o cloro y suelen aparecer a principios del verano. Las hojas basales muestran los síntomas más acusados y el desarrollo de los árboles y sus rendimientos son más bajos. Se da con mayor frecuencia sobre los terrenos arenosos con elevado contenido en calcio.

### **4.1.4.CALCIO.**

Es uno de los nutrientes indispensables para el buen desarrollo del vegetal, estimulando el desarrollo del sistema radicular y de las hojas, favoreciendo así mismo el crecimiento e influyendo decisivamente en la formación de paredes celulares. Ayuda en la activación de enzimas e interviene indirectamente en el rendimiento productivo, al reducir la acidez del suelo, traduciéndose en una menor solubilidad y toxicidad de elementos como el manganeso, cobre o aluminio.



Junto al nitrógeno es el nutriente de mayor consumo a lo largo de la estación vegetativa. En las condiciones normales de cultivo del pistachero no suelen presentarse problemas derivados de su falta, puesto que se trata de suelos ricos en carbonato cálcico normalmente. Hay que controlar los niveles, realizando estudios edáficos temporales puesto que podrían darse bloqueos de elementos muy importantes para el árbol como magnesio o hierro.

Su escasez afecta al crecimiento apical de los brotes y así como al del sistema radicular. Las hojas se muestran pequeñas, escasas y redondeadas, con los márgenes cloróticos que con el paso del tiempo terminan deshidratándose y cayendo. Los brotes se muestran con los entrenudos más cortos y se marchitan de forma rápida. A mitad de la temporada el tamaño del árbol suele ser más pequeño de lo habitual, con pocas hojas y secas en su mayoría.

#### **4.1.5. MAGNESIO.**

Es uno de los componentes principales de la clorofila y es por lo tanto esencial en la fotosíntesis. Activa numerosos procesos enzimáticos relacionados con la transferencia de energía y procesos de crecimiento, actuando sobre la formación de frutos.

Se estima que por cada 2000kg/ha de cosecha se consumen unos 30kg de magnesio, de los cuales un 15% se integra en el fruto, y el resto en las hojas, que tras su descomposición se incorporan de manera natural al suelo.

Generalmente los suelos poseen una cantidad suficiente de este elemento, en esto caso es suficiente, para satisfacer las necesidades de los procesos bioquímicos del árbol. Sin embargo se añade sulfato de magnesio u otras fórmulas junto con otros nutrientes, con el fin de evitar la carencia.

A mediados de temporada aparecen los primeros síntomas en las hojas más bajas, que pierden el color tanto en la punta como en los márgenes laterales. En algunos casos puede aparecer clorosis entre las nervaduras. El follaje es escaso y las hojas adquieren un color verde pálido, llegando a caer las basales. Suele aparecer clorosis en sus bordes que se convierten en necrosis de color marrón claro, dejando un área verde en forma de V invertida en la base de los folíolos. A medida que avanza el quemado de la hoja, se pueden apreciar pequeñas manchas de color marrón claro. Es habitual confundir esta carencia con la del potasio. Los árboles más susceptibles son los árboles jóvenes, pero el constante desarrollo radicular va elevando su absorción y los síntomas suelen ir desapareciendo. La escasa concentración de este elemento en hojas suele deberse a suelos excesivamente arenosos, ácidos y sometidos a un profundo lavado. Los suelos calcáreos pueden limitar la cantidad de magnesio disponible y un exceso de calcio o potasio pueden elevar su bloqueo.

### **4.2. MICRONUTRIENTES.**

#### **4.2.1. HIERRO.**

Actúa como catalizador en la formación de clorofila y como portador de oxígeno en múltiples procesos enzimáticos. Se ha demostrado una relación entre este elemento y el peso final de los pistachos tras la recolección.

Las deficiencias suelen producirse en suelos calcáreos, de pH alto, en este caso no será ese el problema, aunque también pueden darse cuando se aportan cantidades excesivas de fósforo, zinc, manganeso o cobre. Se corrige a base de quelatos, con incorporaciones de unos 200g/árbol durante el mes de marzo o a base de sulfato de hierro aplicado al suelo a razón de 4kg/árbol. Las deficiencias se demuestran en las hojas, viéndose estas amarillentas a causa de la clorosis férrica.

#### **4.2.2.MANGANESO.**

Participa activamente en la fotosíntesis y en numerosos procesos enzimáticos, además de ser un constituyente estructural de las proteínas.

Para corregir sus deficiencias se emplea el sulfato de manganeso o abonos complejos en los que suelen incluirse otros micronutrientes importantes para el cultivo. Los síntomas de su carencia se manifiestan a mediados de la estación de crecimientos y sobre las hojas más bajas de las ramas. Al contrario de los síntomas de carencia de otros nutrientes con una clorosis en los márgenes de las hojas, en este caso dicha clorosis se inicia entre sus venas. Las hojas adquieren su tamaño completo, a diferencia de las que sufren carencia de zinc, más pequeñas. Su absorción puede verse perjudicada por un exceso de hierro, cobre, zinc, potasio o sodio.

#### **4.2.3.BORO.**

Es uno de los micronutrientes más importantes para el pistachero puesto que juega un papel fundamental en su fisiología, procesos de floración, viabilidad del polen, fructificación y en la estructura de la pared celular. Hace aumentar el nivel de cuajado del fruto y el porcentaje de frutos abiertos, así como disminuir el número de vacíos.

Las necesidades de boro del pistachero se encuentran entre las más elevadas de todos los frutales. La mayor parte del boro se concentra en las hojas, otra buena parte en el pellejo y en menor medida en la cáscara y semilla.

Un árbol en buenas condiciones mostrara una concentración en hojas de entre 150 y 200ppm. Las aportaciones de boro solo deben realizarse cuando la cantidad sea inferior; por lo tanto se realizarán análisis foliares periódicos con el fin de detectar cualquier tipo de carencia. Se emplea para su aporte Borax (11%) en otoño o Solubor (20,8%) en primavera en cantidades de 5kg/ha; en nuestro caso se realizará por fertirrigación por lo que se aportará Solubor en dosis de 600g/ha en 100 litros de agua cuando las yemas inician la brotación, a finales de marzo o primeros de abril, o después de la floración, cuando esté el 50% del follaje total. Con esta aplicación se cubre la carencia para un periodo de tres o cuatro años.

Aunque la concentración de boro disminuya del mínimo recomendado, no se suelen apreciar los síntomas hasta que no alcanza una concentración menor a 60ppm a principios del verano o de 70ppm a finales de este. Si la deficiencia es severa se produce un retraso en la brotación, muerte de las yemas apicales y, finalmente de todo el brote, generando pequeños brotes laterales. Sus yemas terminales se secan o quedan latentes y, si inician crecimiento, lo harán con brotes de entrenudos muy cortos. Las hojas aparecen con formas irregulares, arrugadas, frágiles, con los bordes volteados hacia arriba. Su deficiencia también afecta al sistema radicular, reduciendo su crecimiento apical y lateral. En grandes cantidades puede ser tóxico, en ese caso

se muestran hojas con los márgenes necrosados y amarillos; pudiendo ser una causa el mal drenaje de suelos excesivamente salinos.

Un exceso de cal reduce su disponibilidad en el suelo, son importantes las deficiencias en suelos de regadío arenosos y moderadamente ácidos; por lo que este caso se prestara especial atención para paliar cualquier carencia a tiempo.

#### **4.2.4. COBRE**

Es un componente habitual de diversas enzimas que intervienen en la nutrición del árbol, posee un papel fundamental en la fotosíntesis y en la formación de la clorofila.

Su deficiencia se corrige mediante pulverizaciones foliares después de la floración a base de quelato de cobre del 10-15% a razón de 100g/ha en 100 litros de agua. Hay que prestar atención en no elevar la dosis, puesto que en mayores cantidades el cobre es tóxico para el árbol. Se aplicará esta pulverización tras detectar los síntomas de la carencia y anualmente para mantener la salud del árbol y su productividad. Un aumento de la fertilización nitrogenada puede elevar y hacer más notable esta deficiencia.

Es frecuente en árboles jóvenes. Los síntomas aparecen a finales de julio o mediados de agosto en las hojas recién formadas de los brotes terminales, siendo más pequeñas y redondeadas de lo normal, con manchas necróticas en las puntas. A finales del mes de agosto las puntas de los brotes suelen curvarse antes de secarse. Habitualmente los síntomas de la deficiencia de cobre y zinc son parecidos, y en alguna ocasión aparecen simultáneamente. Puede distinguirse de la del zinc por el momento en el que suelen aparecer los síntomas, a mediados de verano, mientras que los del zinc aparecen a principios de la primavera.

En elevada cantidad puede ser tóxico, esta toxicidad se muestra en manchas al azar en frutos y hojas. En los frutos se pueden observar lesiones con costra sobre tejidos de la epidermis sin penetrar en las manchas de la cáscara.

#### **4.2.5. ZINC.**

Ejerce su acción esencial en numerosas reacciones metabólicas y sistemas enzimáticos. Participa en la síntesis de la clorofila y en la formación de hidratos de carbono. Este elemento está asociado al polen y al desarrollo de la semilla, su deficiencia parece estar ligada a la calidad de los frutos (eleva el porcentaje de frutos vacíos) al crecimiento y a la precocidad productiva de los árboles.

Este elemento suele encontrarse en cantidades suficientes en la mayoría de los suelos, al menos en cantidades suficientes para la nutrición de las plantas. Las demandas suelen estar motivadas por las características de los suelos, más que por la escasez del elemento. La corrección a base de aplicaciones en suelo es menos eficaz en texturas finas y de pH alto. Las aplicaciones de abonos que acidifiquen el terreno, como el sulfato de amonio o la urea, suelen liberar cantidades importantes de zinc quedando a disposición de los vegetales. Cabe destacar que existe antagonismo entre el fósforo y el zinc.

Se aplica en dos momentos. Uno de ellos es durante el otoño, a finales de octubre cuando el 50% del follaje ha caído. Este tratamiento se realiza con sulfato de zinc

(21%) con 200g/hl. Otro momento para hacer este aporte es durante la primavera, cuando la mayoría de las hojas se encuentren expandidas, a finales de abril o primeros de mayo. En este momento se aportará 1kg/ha de sulfato de zinc (15%).

Las pulverizaciones foliares llevadas a cabo durante el periodo vegetativo únicamente corrigen deficiencias en los nuevos crecimientos por el escaso movimiento de este elemento, por lo que sería necesario realizar varias aplicaciones. En esta plantación se aportará al suelo en una sola aplicación por temporada, siempre que sea necesario, para evitar realizar más de un tratamiento.

La deficiencia suele ser frecuente en la mayoría de las plantaciones, los síntomas aparecen al principio de la estación de crecimiento manifestándose cuando las concentraciones foliares están inferiores a 7ppm, sobre todo en árboles jóvenes o a finales de esta estación. Se produce un retraso en la brotación, las hojas son más pequeñas de lo normal y presentan los márgenes ondulados; además los brotes presentan entrenudos cortos y al igual que las hojas y peciolo toman un color rojizo. En los árboles suele ocasionar una reducción significativa del número de frutos por racimo. En un mismo árbol esta carencia puede observarse en algunas ramas y frutos, mientras que otras presentan un aspecto sano, lo que es debido a la poca movilidad del elemento del árbol.

#### **4.2.6. MOLIBDENO.**

Su función principal es la de fijar nitrógeno y sintetizar proteínas; suele encontrarse disponible en suelos donde, habitualmente, se desarrolla esta especie, es decir suelos calizos de elevado pH.

#### **4.2.7. CLORO Y SODIO.**

Un exceso de cloro se manifiesta de forma similar a la toxicidad por boro. Se considera tóxico cuando su presencia en hoja y en peso seco es superior al 0,3%, mientras que esta cantidad para el sodio es del 0,25%. Es difícil separar los indicios de toxicidad del sodio de los del cloro. Por otro lado, los síntomas de exceso de sodio son muy similares a los de la carencia de potasio.

### **5. CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES.**

Los fertilizantes utilizados en fertirrigación diferirán de los convencionales puesto que para esta aplicación han de tener unas características especiales para el buen funcionamiento del sistema. Las principales características que han de tener los fertilizantes se muestran a continuación.

#### **5.1. SOLUBILIDAD.**

Los fertilizantes han de ser muy solubles, para que en su mezcla con el agua de riego no queden residuos sólidos o semisólidos que puedan obturar alguna parte del sistema. En este aspecto se hace fundamental controlar la temperatura del agua y también la solubilidad del compuesto a añadir con el fin de realizar correctamente la operación.

## **5.2. SALINIDAD.**

Cabe destacar que al disolver un fertilizante se modifica la composición del agua de riego aumentando su salinidad y por lo tanto, su conductividad eléctrica, disminuyendo la calidad de esta. Debido a ello cada fertilizante tendrá un valor máximo de cantidad a aportar al agua de riego, la cual no debe superarse nunca.

## **5.3. PUREZA.**

Los productos utilizados, en este caso fertilizantes, es aconsejable que posean un porcentaje elevado de pureza, con lo que se minimiza el riesgo de sedimentos en el interior de la instalación. Hay que considerar la composición de los productos aplicados puesto que pueden contener elementos tales como cloro, sodio o magnesio, que en dosis superiores a las necesarias actúan como elementos fitotóxicos.

## **5.4. ACIDEZ.**

Al aplicar los fertilizantes al agua de riego este puede ver modificado su pH, en función del tipo de compuesto elevándolo y disminuyéndolo. Si bien es cierto, que las disoluciones ácidas facilitan la solubilidad de algunos compuestos, entre ellos el calcio. De esta manera conservando un cierto grado de acidez, dentro de los márgenes adecuados, se puede conseguir evitar el taponamiento de los goteros y de otras partes de la instalación al formarse precipitados de calcio en presencia de compuestos como sulfatos o de bicarbonatos.

## **5.5. MEZCLA DE COMPUESTOS.**

Antes de hacer una aplicación conjunta hay que considerar la reacción química que pueden generar esos elementos y el efecto que tendría para el vegetal y también para la instalación. De manera general hay que evitar la formación de sólidos insolubles, para ello no se ha de añadir de manera conjunta productos sulfatados, como sulfato potásico o sulfato amónico, con productos cálcicos, tales como nitrato cálcico o cloruro cálcico. También hay que considerar los antagonismos existentes entre iones, como es el caso del potasio y magnesio. A continuación se adjunta una tabla en la que viene representada las incompatibilidades entre diferentes compuestos. Dónde -I: incompatible; -X: compatibilidad limitada, pudiendo mezclarse únicamente en el momento de la fertilización pero no conservar mezclados; y -C: compatibles.

Ilustración 1: Incompatibilidades entre diferentes compuestos. Fuente: Imagen extraída de internet.

| ABONOS              | Sulfato Amónico | Urea | Nitrato Cálcico | Nitrato Potásico | Fosfato Monoamónico | Acido Fosfórico | Sulfato Potásico | Urea Fosfato | Acido Nítrico | Nitrato Amónico |
|---------------------|-----------------|------|-----------------|------------------|---------------------|-----------------|------------------|--------------|---------------|-----------------|
| Sulfato Amónico     |                 | X    | I               | C                | I                   | I               | C                | X            | C             | C               |
| Urea                | X               |      | X               | X                | X                   | X               | C                | C            | C             | X               |
| Nitrato Cálcico     | I               | X    |                 | X                | I                   | I               | I                | I            | C             | I               |
| Nitrato potásico    | C               | X    | C               |                  | C                   | C               | C                | X            | C             | C               |
| Fosfato Monoamónico | I               | X    | I               | C                |                     | C               | C                | C            | C             | C               |
| Ácido Fosfórico     | I               | X    | I               | C                | C                   |                 | C                | C            | C             | X               |
| Sulfato Potásico    | C               | C    | I               | C                | C                   | C               |                  | C            | C             | C               |
| Urea Fosfato        | X               | C    | I               | X                | C                   | C               | C                |              | C             | X               |
| Ácido Nítrico       | C               | C    | C               | C                | C                   | C               | C                | C            |               | C               |
| Nitrato Amónico     | C               | X    | I               | C                | C                   | X               | C                | X            | C             |                 |

## 6. PRINCIPALES FERTILIZANTES.

Existe una gran variedad de fertilizantes y de fórmulas, a continuación se adjuntan los principales y más utilizados en la agricultura.

### 6.1. PRINCIPALES FERTILIZANTES QUE APORTAN NITRÓGENO.

Existen una gran cantidad de productos en el mercado, pero principalmente son los siguientes:

- **Nitrato amónico:** También conocido como nitrato de amonio. Es un compuesto muy soluble que en su composición tiene la mitad del nitrógeno en forma amoniacal y la otra mitad en forma nítrica. Este compuesto aporta acidez, disminuyendo en cierto modo el pH del suelo.
- **Nitrato amónico cálcico 27%:** Conocido tradicionalmente como NAC27. En su composición se encuentra un 27% de nitrógeno repartido a partes iguales entre

nitrógeno nítrico y amoniacal. Además del nitrógeno contiene carbonato cálcico y/o dolomita en torno a un 20%. Se emplea también como aporte de calcio.

- **Urea:** La urea es el abono que mayor porcentaje de nitrógeno posee, sin embargo y pese a ser muy soluble es el compuesto peor absorbido por el suelo, por lo que tiene mayor movilidad que otras sales.
- **Solución de nitrato amónico y urea 32%:** Contiene el nitrógeno en sus tres formas, ureico (50%), amoniacal (25%) y nítrico (25%), por lo que se trata de un producto muy versátil.
- **Solución de abono nitrogenado 20%:** Es una solución ácida muy indicada para los sistemas de inyección de fertilizantes en el riego, posee menor contenido en nitrógeno que la solución 32.

Las dos últimas soluciones son las más indicadas para su uso en fertirrigación, aunque todas ellas pueden ser usadas.

## 6.2. PRINCIPALES FERTILIZANTES QUE APORTAN FÓSFORO.

- **Fosfato monoamónico:** Es un fertilizante que contiene fósforo y nitrógeno. Está indicado para aplicaciones localizadas, como en este caso, además la absorción de fosforo por las raíces es potenciada por el alto contenido de nitrógeno amoniacal que contiene. Hay que destacar su naturaleza ácida, con la que el riesgo de formación de residuos que taponen el sistema se reduce.
- **Ácido fosfórico:** Se trata de un fertilizante en forma líquida y muy indicado para su uso en fertirrigación, sin embargo es peligroso durante su manipulación.
- **Fosfato diamónico:** Es un fertilizante ácido, por lo que no ocasionará obturaciones del sistema.

## 6.3. PRINCIPALES FERTILIZANTES QUE APORTAN POTASIO.

- **Nitrato potásico:** Es uno de los más utilizados para el aporte de nitrógeno y de potasio en fertirrigación. No deja ningún tipo de residuo, posee un reparto homogéneo y está libre de cloro. Incorpora en forma de nitrógeno nítrico una tercera parte del total de potasio, lo que hace que la absorción del potasio sea excelente.
- **Cloruro potásico:** Se trata de una sal en cuya composición se encuentra el cloro, por lo que no habrá que excederse en su aplicación para evitar posibles toxicidades. La solubilidad de este compuesto es buena.
- **Sulfato potásico:** En este caso contiene azufre, este compuesto tiene menos solubilidad que el cloruro potásico. Habrá que tener en cuenta el aporte de azufre realizado al utilizarlo para posteriores tratamientos.

## 6.4. PRESENTACIÓN DE LOS FERTILIZANTES.

Existen diferentes tipos de presentaciones de los fertilizantes, en este caso y puesto que se trata de un sistema de fertirrigación, únicamente se contemplan los fertilizantes sólidos y líquidos.

### **6.4.1. FERTILIZANTES SÓLIDOS.**

Para poder utilizar un fertilizante sólido en fertirrigación, aparte de cumplir las características expuestas anteriormente, debe tener una buena solubilidad. Estos fertilizantes se aportarán a un tanque donde serán disueltos en agua, por lo que a lo largo del tiempo, si no se consume totalmente, la concentración podrá variar; por lo tanto es aconsejable utilizar la cantidad de agua requerida y no almacenar en el tiempo la mezcla. Estos compuestos sólidos pueden procesarse y desarrollar diferentes formas:

- Granulados: Aquellos en los que al menos el 90% de las partículas presentan un tamaño de 1-4mm. Este tipo de abonos son más fáciles y cómodos de manejar.
- Cristalinos: poseen una mayor higroscopicidad, por lo que deben ser conservados en condiciones herméticas, lo que disminuye su uso.
- Perlados: Se trata de partículas esféricas de tamaño muy uniforme.
- Pulverulentos: El grado de finura varía en función del fertilizante, el manejo es más difícil e incómodo. Son ideales cuando la solubilidad del producto en agua es escasa o nula.

### **6.4.2. FERTILIZANTES LÍQUIDOS.**

Los fertilizantes líquidos se pueden adquirir tal cual, o prepararse a partir de abonos sólidos mezclados con agua. En cualquier caso, el abono líquido será inyectado al agua de riego para distribuirlo por toda la plantación. Existen diferentes tipos de abonos líquidos:

- Soluciones claras sin presión: Estas soluciones se obtienen introduciendo bien el abono líquido, o bien la disolución de abono sólido en un tanque a concentración menor a la del reparto. De esta manera el manejo es sencillo y la acción es alta.
- Suspensiones o caldos fertilizantes: Se trata de soluciones saturadas con un pequeño porcentaje de arcilla que mantienen la suspensión. Se incluyen también altas cantidades de oligoelementos, para el buen funcionamiento se debe instalar un agitador en el tanque.

## **7. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.**

La materia orgánica es de vital importancia para el suelo influyendo de manera positiva en numerosas propiedades, tanto físicas, químicas como biológicas. A continuación se muestran estos efectos que tiene la materia orgánica humificada en los suelos, concretamente en los suelos cultivados, como es el caso del presente proyecto:

Efectos sobre las propiedades físicas:

- Aumenta la capacidad calorífica, encontrándose los suelos más calientes durante la primavera.
- Reducción de las oscilaciones térmicas.
- Agrega las partículas elementales.



- Proporciona soltura a las partículas arcillosas y cohesiona las arenosas.
- Aumenta la estabilidad estructural.
- Aumenta la permeabilidad hídrica y gaseosa, disminuyendo el riesgo de encharcamiento.
- Facilita el drenaje.
- Reduce la erosión.
- Aumenta la capacidad de retención hídrica.
- Reduce la evaporación.
- Mejora el balance hídrico.
- Reduce el riesgo de formación de costra superficial.

Efectos sobre las propiedades químicas:

- Aumenta el poder tampón.
- Regula el pH.
- Aumenta la capacidad de cambio catiónico.
- Mantiene los cationes en forma cambiante.
- Forma quelatos.
- Mantiene las reservas de nitrógeno.
- Produce un efecto depurador por inmovilización de metales pesados.

Efectos sobre las propiedades biológicas:

- Favorece la respiración radicular.
- Favorece la germinación de las semillas.
- Favorece el estado sanitario de los órganos subterráneos.
- Regula la actividad microbiana.
- Es fuente de energía para los microorganismos heterótrofos.
- Favorece la solubilización de compuestos minerales por el dióxido de carbono desprendido.
- Contrarresta el efecto de algunas toxinas.
- Modifica la actividad enzimática.
- Activa la rizogénesis.
- Mejora la nutrición mineral de los cultivos.
- Aporta reguladores del crecimiento vegetal.

De esta manera, y vistos los efectos beneficiosos de la materia orgánica, se hace indispensable conservar un porcentaje mínimo en el suelo para favorecer el buen desarrollo del cultivo. La descomposición de la materia orgánica dará lugar al humus, por lo que es necesario realizar aportes de materia orgánica para frenar esta pérdida, para ello se realizan aportes progresivos de estiércol a partir del cálculo de humus perdido anualmente en la superficie de cultivo.

## **7.1. BALANCE DE HUMUS.**

Atendiendo al estudio edáfico realizado, para el cálculo del balance de humus se parte de los siguientes datos:

- Materia orgánica: 2,5%. Pese a obtener un valor cercano al 5% en el estudio edáfico se toma un valor inferior dado que la toma de muestras de la parcela se realizó tras un aporte reciente de estiércol, por lo que este valor quedó sobrevalorado.
- Profundidad de labor del suelo: 0,4m.
- Velocidad de mineralización del humus: 1,5%. Se toma el valor medio, puesto que oscila entre un 1% y un 3 %.
- Densidad aparente del suelo: 1,94tn/m<sup>3</sup>.

Con estos datos se operará en la siguiente fórmula, con el objetivo de obtener un valor, en tn/ha de la pérdida anual de humus.

$$P = 10^4 * p * da * MO * Vm$$

Dónde:

P: Pérdidas de humus anuales en tn/ha.

p: Profundidad del perfil de suelo considerado en metros.

da: Densidad aparente del suelo en tn/m<sup>3</sup>.

MO: Porcentaje de materia orgánica del suelo.

Vm: Velocidad de mineralización de la materia orgánica en % anual.

A partir de los datos obtenidos, se introducen en la fórmula para obtener las pérdidas de humus:

$$P = 10^4 * 0,4m * \frac{1,94tn}{m^3} * 2,5\% * 1,5\% = \frac{2,91tn}{ha \text{ y año}}$$

Así mismo, las pérdidas de humus se cuantifican en 2,91tn/ ha y año. A continuación se va a calcular las ganancias de humus de estos terrenos. Hay que considerar que los restos de poda serán transportados como medida fitosanitaria fuera de la zona de cultivo para su quema, puesto que son un gran reservorio de plagas y enfermedades, por lo tanto no se consideran como aporte de materia orgánica. Sin embargo, al mantener el suelo cubierto de vegetación y enterrando esta posteriormente se genera una fuente de materia orgánica para el suelo, que será la única a considerar para el cálculo de las ganancias.

Para ello y tomando como dato el valor de humus producido por una pradera temporal, entre 1000 y 3000kg/ha según la duración, se considerará un valor medio inferior puesto que la cubierta vegetal no ocupa el suelo durante todo el año; de este modo se establece como un aporte de 1500kg/ha.

Con estos cálculos previos puede realizarse el balance de humus:

$$\text{balance de humus} = \text{Ganancias} - \text{pérdidas}$$

$$\text{balance de humus} = \frac{1,5 \text{ tn}}{\text{ha}} - \frac{2,9 \text{ tn}}{\text{ha}} = -1,41 \frac{\text{tn}}{\text{ha}}$$

Según los cálculos realizados se origina una pérdida de humus anual cuantificada en 1,41 toneladas por hectárea. Para solventar esta pérdida se realizará un aporte de estiércol cada 3 años, puesto que el ritmo de mineralización trianual; con una mineralización del 50% el primer año, 35% el segundo año y 15% el tercer año.

De este modo, considerando un estiércol de ovino con un 10% de contenido en humus será necesaria la siguiente cantidad:

$$\text{Cantidad de estiércol} = \text{Humus perdido} * 10 = 1,41 \text{tn} * 10 = 14,1 \frac{\text{tn}}{\text{ha}}$$

De esta manera, se aportará la cantidad de los 3 años conjuntamente en periodos trimestrales, por lo que la cantidad a aplicar será de 42,3tn/ha cada 3 años.

El estiércol de ovino presenta la siguiente composición:

**Tabla 1: Composición media del estiércol ovino. Fuente: Urbano Terrón. Fitotecnia, Ingeniería de la Producción Vegetal.**

|                    | %H <sub>2</sub> O | %N   | %P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | %K <sub>2</sub> O | %CaO |
|--------------------|-------------------|------|--------------------------------|-------------------|------|
| Estiércol de ovino | 64,6              | 0,83 | 0,23                           | 0,67              | 0,3  |

A partir de estos porcentajes se puede estimar los aportes de nutrientes realizados al suelo cada año, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 2: Resumen de la fertilización orgánica para la vida útil de la plantación. Fuente: Elaboración propia.**

| AÑO | CANTIDAD (tn/ha)                                                                                                                                                          | TIPO DE ESTIÉRCOL | N (kg/ha) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha) | K <sub>2</sub> O (kg/ha) | CaO (kg/ha) |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|---------------------------------------|--------------------------|-------------|
| 1   | **En los dos primeros años no se realiza fertilización orgánica puesto que se realizó anteriormente a la plantación una, y existen buenos niveles en los primeros años.** |                   |           |                                       |                          |             |
| 2   |                                                                                                                                                                           |                   |           |                                       |                          |             |
| 3   | 42,3                                                                                                                                                                      | Ovino             | 113,4     | 31,41                                 | 91,53                    | 40,98       |
| 4   |                                                                                                                                                                           |                   | 79,38     | 21,99                                 | 64,05                    | 28,68       |
| 5   |                                                                                                                                                                           |                   | 34,02     | 9,42                                  | 27,45                    | 12,3        |
| 6   | 42,3                                                                                                                                                                      | Ovino             | 113,4     | 31,41                                 | 91,53                    | 40,98       |
| 7   |                                                                                                                                                                           |                   | 79,38     | 21,99                                 | 64,05                    | 28,68       |
| 8   |                                                                                                                                                                           |                   | 34,02     | 9,42                                  | 27,45                    | 12,3        |
| 9   | 42,3                                                                                                                                                                      | Ovino             | 113,4     | 31,41                                 | 91,53                    | 40,98       |
| 10  |                                                                                                                                                                           |                   | 79,38     | 21,99                                 | 64,05                    | 28,68       |
| 11  |                                                                                                                                                                           |                   | 34,02     | 9,42                                  | 27,45                    | 12,3        |
| 12  | 42,3                                                                                                                                                                      | Ovino             | 113,4     | 31,41                                 | 91,53                    | 40,98       |
| 13  |                                                                                                                                                                           |                   | 79,38     | 21,99                                 | 64,05                    | 28,68       |
| 14  |                                                                                                                                                                           |                   | 34,02     | 9,42                                  | 27,45                    | 12,3        |
| 15  | 42,3                                                                                                                                                                      | Ovino             | 113,4     | 31,41                                 | 91,53                    | 40,98       |
| 16  |                                                                                                                                                                           |                   | 79,38     | 21,99                                 | 64,05                    | 28,68       |
| 17  |                                                                                                                                                                           |                   | 34,02     | 9,42                                  | 27,45                    | 12,3        |
| 18  | 42,3                                                                                                                                                                      | Ovino             | 113,4     | 31,41                                 | 91,53                    | 40,98       |
| 19  |                                                                                                                                                                           |                   | 79,38     | 21,99                                 | 64,05                    | 28,68       |
| 20  |                                                                                                                                                                           |                   | 34,02     | 9,42                                  | 27,45                    | 12,3        |
| 21  | 42,3                                                                                                                                                                      | Ovino             | 113,4     | 31,41                                 | 91,53                    | 40,98       |

|    |      |       |       |       |       |       |
|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 22 |      |       | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 28,68 |
| 23 |      |       | 34,02 | 9,42  | 27,45 | 12,3  |
| 24 | 42,3 | Ovino | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 40,98 |
| 25 |      |       | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 28,68 |
| 26 |      |       | 34,02 | 9,42  | 27,45 | 12,3  |
| 27 | 42,3 | Ovino | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 40,98 |
| 28 |      |       | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 28,68 |
| 29 |      |       | 34,02 | 9,42  | 27,45 | 12,3  |
| 30 | 42,3 | Ovino | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 40,98 |
| 31 |      |       | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 28,68 |
| 32 |      |       | 34,02 | 9,42  | 27,45 | 12,3  |
| 33 | 42,3 | Ovino | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 40,98 |
| 34 |      |       | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 28,68 |
| 35 |      |       | 34,02 | 9,42  | 27,45 | 12,3  |
| 36 | 42,3 | Ovino | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 40,98 |
| 37 |      |       | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 28,68 |
| 38 |      |       | 34,02 | 9,42  | 27,45 | 12,3  |
| 39 | 42,3 | Ovino | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 40,98 |
| 40 |      |       | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 28,68 |
| 41 |      |       | 34,02 | 9,42  | 27,45 | 12,3  |

## 8. EXTRACCIONES DEL CULTIVO.

Una vez conocidos los aportes nutricionales anuales de la fertilización orgánica hay que establecer las extracciones del cultivo, para poder realizar el programa de abonado mineral.

Puesto que se trata de un cultivo relativamente novedoso, no existe bibliografía que aporte los datos de extracciones de nutrientes por kilogramos de cosecha. Por lo tanto, y al consultar diversas fuentes bibliográficas, se van a utilizar los datos de extracción de nutrientes del almendro. Estos datos se resumen a continuación:

**Tabla 3: Extracciones del cultivo. Fuente: Elaboración propia.**

| Extracciones de | N (kg/tn cosecha) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/tn cosecha) | K <sub>2</sub> O (kg/tn cosecha) |
|-----------------|-------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|
|                 | 39                | 24                                            | 28                               |

El árbol a lo largo de su vida, y por lo tanto de su desarrollo tiene diferentes necesidades, siendo más o menos notables; por ello se va a considerar que en el tiempo comprendido entre el año de la plantación y el tercer año las necesidades serán un tercio de las totales; durante el periodo comprendido entre el cuarto y el séptimo año estas necesidades serán la mitad de las totales; y a partir del octavo año las necesidades serán plenas.

Considerando todo esto se lleva a cabo el cálculo de las necesidades de fertilizante en cada periodo de tiempo.

### 8.1. AÑO 0, 1, 2 Y 3.

Durante este periodo no se obtendrá una cosecha significativa, por lo tanto las necesidades serán mínimas. Para ello se considerarán unas necesidades como si la cosecha obtenida en estos años fuera de 20kg/ha.

$$kg N = 20 \frac{kg cosecha}{ha} * 39 \frac{kg N}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{3} = 0,26 kg N$$

$$kg P = 20 \frac{kg cosecha}{ha} * 24 \frac{kg P}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{3} = 0,16 kg P$$

$$kg K = 20 \frac{kg cosecha}{ha} * 28 \frac{kg K}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{3} = 0,186 kg K$$

## 8.2. AÑO 4, 5, 6 Y 7.

A partir del año cuatro la producción comienza a ser más notable y representativa, por lo que se calcularán las extracciones de cada nutriente anualmente.

### 8.2.1. AÑO 4.

Para el año cuatro se considera una producción de 65kg/ha y se toma el valor de la mitad de las necesidades totales del árbol, considerando valores finales sobre una hectárea.

$$kg N = 65 \frac{kg cosecha}{ha} * 39 \frac{kg N}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{2} = 1,26 kg N$$

$$kg P = 65 \frac{kg cosecha}{ha} * 24 \frac{kg P}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{2} = 0,78 kg P$$

$$kg K = 65 \frac{kg cosecha}{ha} * 28 \frac{kg K}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{2} = 0,91 kg K$$

### 8.2.2. AÑO 5.

A continuación se opera de igual manera que para el año anterior considerando una producción de 275kg/ha.

$$kg N = 275 \frac{kg cosecha}{ha} * 39 \frac{kg N}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{2} = 5,36 kg N$$

$$kg P = 275 \frac{kg cosecha}{ha} * 24 \frac{kg P}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{2} = 3,3 kg P$$

$$kg K = 275 \frac{kg cosecha}{ha} * 28 \frac{kg K}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{2} = 3,85 kg K$$

### 8.2.3. AÑO 6.

Para el año seis la producción es de 600kg/ha.

$$kg N = 600 \frac{kg cosecha}{ha} * 39 \frac{kg N}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{2} = 11,7 kg N$$

$$kg P = 600 \frac{kg cosecha}{ha} * 24 \frac{kg P}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{2} = 7,2 kg P$$

$$kg K = 600 \frac{kg cosecha}{ha} * 28 \frac{kg K}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{2} = 8,4 kg K$$

### 8.2.4. AÑO 7.

El año 7 es el último año del periodo en el cual las necesidades son la mitad. La producción de este año es de 1050kg/ha.

$$kg N = 1050 \frac{kg cosecha}{ha} * 39 \frac{kg N}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{2} = 20,47 kg N$$

$$kg P = 1050 \frac{kg cosecha}{ha} * 24 \frac{kg P}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{2} = 12,6 kg P$$

$$kg K = 1050 \frac{kg cosecha}{ha} * 28 \frac{kg K}{1000 kg cosecha} * \frac{1}{2} = 14,7 kg K$$

### 8.3. AÑO 8 A 40.

Dentro de este periodo las necesidades del árbol van a ser plenas, sin embargo la producción durante los primeros años de este periodo irá aumentando hasta el año 10, a partir del cual se estabiliza hasta el año 35, donde desciende su valor.

#### 8.3.1. AÑO 8.

La producción de este año alcanza un valor de 1500kg/ha.

$$kg N = 1500 \frac{kg cosecha}{ha} * 39 \frac{kg N}{1000 kg cosecha} = 58,5 kg N$$

$$kg P = 1500 \frac{kg cosecha}{ha} * 24 \frac{kg P}{1000 kg cosecha} = 36 kg P$$

$$kg K = 1500 \frac{kg cosecha}{ha} * 28 \frac{kg K}{1000 kg cosecha} = 42 kg K$$

#### 8.3.2. AÑO 9.

La producción del año nueve es de 1759kg/ha.

$$kg N = 1759 \frac{kg cosecha}{ha} * 39 \frac{kg N}{1000 kg cosecha} = 68,6 kg N$$

$$kg P = 1759 \frac{kg cosecha}{ha} * 24 \frac{kg P}{1000 kg cosecha} = 42,21 kg P$$

$$kg K = 1759 \frac{kg cosecha}{ha} * 28 \frac{kg K}{1000 kg cosecha} = 49,25 kg K$$

#### 8.3.3. AÑO 10.

La producción de este año es de 1250kg/ha.

$$kg N = 1250 \frac{kg cosecha}{ha} * 39 \frac{kg N}{1000 kg cosecha} = 48,75 kg N$$

$$kg P = 1250 \frac{kg cosecha}{ha} * 24 \frac{kg P}{1000 kg cosecha} = 30 kg P$$

$$kg K = 1250 \frac{kg cosecha}{ha} * 28 \frac{kg K}{1000 kg cosecha} = 35 kg K$$

### 8.3.4. AÑO 11 A 34.

Durante este periodo se toma un valor de producción de 1900kg/ha.

$$kg N = 1900 \frac{kg cosecha}{ha} * 39 \frac{kg N}{1000 kg cosecha} = 74,1 kg N$$

$$kg P = 1900 \frac{kg cosecha}{ha} * 24 \frac{kg P}{1000 kg cosecha} = 45,6 kg P$$

$$kg K = 1900 \frac{kg cosecha}{ha} * 28 \frac{kg K}{1000 kg cosecha} = 53,2 kg K$$

### 8.3.5. AÑO 35 A 40.

Durante estos años la producción se estima en 1700kg/ha.

$$kg N = 1700 \frac{kg cosecha}{ha} * 39 \frac{kg N}{1000 kg cosecha} = 66,3 kg N$$

$$kg P = 1700 \frac{kg cosecha}{ha} * 24 \frac{kg P}{1000 kg cosecha} = 40,8 kg P$$

$$kg K = 1700 \frac{kg cosecha}{ha} * 28 \frac{kg K}{1000 kg cosecha} = 47,6 kg K$$

## 8.4. CONCLUSIONES.

A continuación se adjunta una tabla en la que se representan las necesidades de nutrientes en cada periodo así como los aportes.

**Tabla 4: Balance de las necesidades nutritivas cubiertas con la fertilización orgánica.**  
Fuente: Elaboración propia.

| AÑO | EXTRACCIONES<br>(kg/ha) |       |       | Fert. ORGÁNICA<br>(kg/ha) |       |       | BALANCE(kg/ha) |        |        |
|-----|-------------------------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|----------------|--------|--------|
|     | N                       | P     | K     | N                         | P     | K     | N              | P      | K      |
| 0   | 0,26                    | 0,16  | 0,186 |                           |       |       | -0,26          | -0,16  | -0,186 |
| 1   | 0,26                    | 0,16  | 0,186 |                           |       |       | -0,26          | -0,16  | -0,186 |
| 2   | 0,26                    | 0,16  | 0,186 |                           |       |       | -0,26          | -0,16  | -0,186 |
| 3   | 0,26                    | 0,16  | 0,186 | 113,4                     | 31,41 | 91,53 | 113,14         | 31,25  | 91,344 |
| 4   | 1,26                    | 0,78  | 0,91  | 79,38                     | 21,99 | 64,05 | 78,12          | 21,21  | 63,14  |
| 5   | 5,36                    | 3,3   | 3,85  | 34,02                     | 9,42  | 27,45 | 28,66          | 6,12   | 23,6   |
| 6   | 11,7                    | 7,2   | 8,4   | 113,4                     | 31,41 | 91,53 | 101,7          | 24,21  | 83,13  |
| 7   | 20,47                   | 12,6  | 14,7  | 79,38                     | 21,99 | 64,05 | 58,91          | 9,39   | 49,35  |
| 8   | 58,5                    | 36    | 42    | 34,02                     | 9,42  | 27,45 | -24,48         | -26,58 | -14,55 |
| 9   | 68,6                    | 42,21 | 49,25 | 113,4                     | 31,41 | 91,53 | 44,8           | -10,8  | 42,28  |
| 10  | 48,75                   | 30    | 35    | 79,38                     | 21,99 | 64,05 | 30,63          | -8,01  | 29,05  |
| 11  | 74,1                    | 45,6  | 53,2  | 34,02                     | 9,42  | 27,45 | -40,08         | -36,18 | -25,75 |

|    |      |      |      |       |       |       |        |        |        |
|----|------|------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 12 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 39,3   | -14,19 | 38,33  |
| 13 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 5,28   | -23,61 | 10,85  |
| 14 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 34,02 | 9,42  | 27,45 | -40,08 | -36,18 | -25,75 |
| 15 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 39,3   | -14,19 | 38,33  |
| 16 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 5,28   | -23,61 | 10,85  |
| 17 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 34,02 | 9,42  | 27,45 | -40,08 | -36,18 | -25,75 |
| 18 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 39,3   | -14,19 | 38,33  |
| 19 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 5,28   | -23,61 | 10,85  |
| 20 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 34,02 | 9,42  | 27,45 | -40,08 | -36,18 | -25,75 |
| 21 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 39,3   | -14,19 | 38,33  |
| 22 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 5,28   | -23,61 | 10,85  |
| 23 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 34,02 | 9,42  | 27,45 | -40,08 | -36,18 | -25,75 |
| 24 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 39,3   | -14,19 | 38,33  |
| 25 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 5,28   | -23,61 | 10,85  |
| 26 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 34,02 | 9,42  | 27,45 | -40,08 | -36,18 | -25,75 |
| 27 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 39,3   | -14,19 | 38,33  |
| 28 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 5,28   | -23,61 | 10,85  |
| 29 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 34,02 | 9,42  | 27,45 | -40,08 | -36,18 | -25,75 |
| 30 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 39,3   | -14,19 | 38,33  |
| 31 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 5,28   | -23,61 | 10,85  |
| 32 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 34,02 | 9,42  | 27,45 | -40,08 | -36,18 | -25,75 |
| 33 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 39,3   | -14,19 | 38,33  |
| 34 | 74,1 | 45,6 | 53,2 | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 5,28   | -23,61 | 10,85  |
| 35 | 66,3 | 40,8 | 47,6 | 34,02 | 9,42  | 27,45 | -32,28 | -31,38 | -20,15 |
| 36 | 66,3 | 40,8 | 47,6 | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 47,1   | -9,39  | 43,93  |
| 37 | 66,3 | 40,8 | 47,6 | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 13,08  | -18,81 | 16,45  |
| 38 | 66,3 | 40,8 | 47,6 | 34,02 | 9,42  | 27,45 | -32,28 | -31,38 | -20,15 |
| 39 | 66,3 | 40,8 | 47,6 | 113,4 | 31,41 | 91,53 | 47,1   | -9,39  | 43,93  |
| 40 | 66,3 | 40,8 | 47,6 | 79,38 | 21,99 | 64,05 | 13,08  | -18,81 | 16,45  |

Como puede observarse en la tabla, anualmente habrá que realizar aportes de fósforo puesto que es deficitario. Sin embargo el nitrógeno y el potasio se añadirán cada tres años, ya que los valores obtenidos a partir del estiércol son necesarios.

Esta tabla es orientativa puesto que se va a realizar un análisis edáfico cada cuatro años con el objetivo de obtener información sobre las reservas de nutrientes fundamentales así como también sobre otros parámetros, tales como pH, capacidad de intercambio catiónico, textura, carbonatos, materia orgánica.. No solo se llevaran a cabo análisis edáficos sino que también se realizaran periódicamente análisis foliares para obtener el estado nutricional el árbol al conocer la cantidad de nutrientes y micronutrientes existentes en las hojas; con ello se podrá conocer la existencia de alguna carencia o anomalía.

## 9. CÁLCULO DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL.

Teniendo en cuenta las consideraciones del apartado anterior se puede llevar a cabo el cálculo de la fertilización mineral necesaria para cada periodo.



### 9.1. AÑO 0, 1, 2 Y 3.

En los años 0, 1 y 2 las necesidades son mínimas, tanto es así que no se aportará esa cantidad tan pequeña, puesto que el suelo posee la fertilidad suficiente como para satisfacer las necesidades de los árboles durante esta época.

En el año tres las necesidades quedan cubiertas plenamente con la fertilización orgánica, por lo que no será necesario el aporte por fertirrigación.

Pese a no realizar el aporte sistemático de nutrientes sí que se vigilarán las posibles carencias de estos, con el objetivo de compensarla cuanto antes.

### 9.2. AÑOS 4 A 7.

En el periodo de tiempo comprendido entre el año cuatro y el siete las necesidades quedan cubiertas únicamente con la fertilización orgánica, por lo que en caso de no percibirse ninguna carencia, no se precisa el abonado.

### 9.3. AÑO 8.

En el año ocho las necesidades no se ven cubiertas con la fertilización orgánica, por lo tanto habrá que aportar la cantidad restante mediante fertilización mineral.

En el caso del nitrógeno son necesarios 24,48kg/ha. Para realizar este aporte se va a utilizar nitrato de amonio 33,5%N. La cantidad a aportar es la siguiente:

$$100\text{kg Nitrato Amónico} \rightarrow 33,5\text{kg N}$$

$$X \text{ kg Nitrato Amónico} \rightarrow 24,48\text{kg N}$$

Siguiendo esta regla de tres se obtiene que se necesitaran 73,07kg de nitrato amónico por hectárea.

Para el abonado fosfórico serán necesarios 26,58kg/ha. En este caso el producto utilizado será fosfato monoamónico con un 61% de fósforo y un 12% de nitrógeno, por lo que habrá que reducir la cantidad de nitrógeno calculada anteriormente. Así, la cantidad necesaria será la siguiente:

$$100\text{kg Fosfato Monoamónico} \rightarrow 61\text{kg Fósforo}$$

$$x\text{kg Fosfato Monoamónico} \rightarrow 26,58\text{kg Fósforo}$$

Según esta relación serán necesarios 43,57kg/ha de fosfato monoamónico. Además hay que calcular el aporte de nitrógeno.

$$100\text{kg Fosfato Monoamónico} \rightarrow 12\text{kg Nitrógeno}$$

$$43,57 \text{ g Fosfato Monoamónico} \rightarrow x\text{kg Nitrógeno}$$

Por lo tanto esta cantidad de fosfato monoamónico aportará 5,22kg de nitrógeno, los cuales se descontarán de la cantidad total a aplicar.

El abonado potásico se llevará a cabo con sulfato potásico, el cual contiene un 50% de potasio y un 18% de azufre. En este caso serán necesarios 14,65kg de potasio:

$$100\text{kgSulfatoPotásico} \rightarrow 50\text{kgPotasio}$$

$$x\text{kgSulfatoPotásico} \rightarrow 14,65\text{kgPotasio}$$

De este modo será necesario aportar 29,3kg/ha de sulfato potásico. El porcentaje en el que se encuentra el azufre no ha de causar problemas, pero como se van a realizar análisis periódicos, si se encuentra alguna anomalía se cambiará de producto.

#### **9.4. AÑO 9 Y 10.**

En estos años únicamente será necesario compensar con abonado fosfórico puesto que con la fertilización orgánica quedan cubiertas las necesidades de nitrógeno y potasio. Nuevamente se volverá a utilizar fosfato monoamónico con un 61% de fósforo.

Para el año 9, en el cual se necesita aportar 10,8kg de fósforo, será necesario:

$$100\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 61\text{kgFósforo}$$

$$x\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 10,8\text{kgFósforo}$$

Para esta aplicación habrá que aportar 17,7kg/ha de fosfato monoamónico.

En el año 10 las necesidades son de 8,01kg, por lo tanto:

$$100\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 61\text{kgFósforo}$$

$$x\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 8,01\text{kgFósforo}$$

Habrà que aportar 13,13kg/ha del producto para satisfacer las necesidades del año.

#### **9.5. AÑO 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29 Y 32.**

Se calculan en conjunto esta serie de años pues sus necesidades son las mismas dado que se mantiene una producción constante en todos ellos. En estos años las necesidades de nitrógeno son de 40,8 kg/ha, que se cubrirán con el producto utilizado anteriormente, nitrato amónico:

$$100\text{kgNitrato Amónico} \rightarrow 33,5\text{kgN}$$

$$X\text{kgNitrato Amónico} \rightarrow 40,8\text{kgN}$$

Así según esta relación serán necesarios 121,8kg/ha de nitrato amónico.

Las necesidades de fósforo ascienden a 36,18kg/ha, que igualmente serán cubiertas por el producto utilizado anteriormente, fosfato monoamónico:

$$100\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 61\text{kgFósforo}$$

$$x\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 36,18\text{kgFósforo}$$

Según esto, habrá que aplicar 59,3kg/ha de fosfato monoamónico.

En el caso del potasio, son necesarios 25,75kg/ha que se aportan mediante sulfato potásico:

$$100\text{kgSulfatoPotásico} \rightarrow 50\text{kgPotasio}$$

$$x\text{kgSulfatoPotásico} \rightarrow 25,75\text{kgPotasio}$$

Serán necesarios 51,5kg/ha de sulfato potásico.

### **9.6. AÑO 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30 Y 33.**

En esta serie de años las necesidades de nitrógeno y potasio quedan cubiertas por la fertilización orgánica, sin embargo hay que aplicar una pequeña cantidad de abonado fosfórico puesto que se encuentra por debajo de las necesidades, concretamente hay que aportar 14,19kg/ha de fósforo a partir de fosfato monoamónico.

$$100\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 61\text{kgFósforo}$$

$$x\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 14,19\text{kgFósforo}$$

Para cubrir estas necesidades será necesario aplicar 23,26kg/ha de fosfato monoamónico.

### **9.7. AÑO 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31 Y 34.**

Al igual que en la serie de años anterior, la fertilización orgánica cubre las necesidades de nitrógeno y potasio, por lo que únicamente habrá que compensar el abonado fosfórico; siendo necesarios 23,61kg/ha. Para compensar esta cantidad se utilizará fosfato monoamónico:

$$100\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 61\text{kgFósforo}$$

$$x\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 23,61\text{kgFósforo}$$

En este caso serán necesarios 38,70kg/ha de fosfato monoamónico.

### **9.8. AÑO 35 Y 38.**

A partir del año 35 la producción desciende debido a la edad del árbol, por lo tanto las necesidades serán menores. En estos dos años la fertilización orgánica no es suficiente y habrá que aportar abono mineral para compensar nitrógeno, fósforo y potasio.

En el caso del nitrógeno son necesarios 32,28kg/ha, que se aportaran con nitrato amónico.

$$100\text{kgNitrato Amónico} \rightarrow 33,5\text{kgN}$$

$$X\text{kgNitrato Amónico} \rightarrow 32,28\text{kgN}$$

Según esta relación, serán necesarios 96,45kg/ha de nitrato amónico.

En cuanto al fósforo, son necesarios 31,38kg/ha, los cuales se compensaran con fosfato monoamónico tal y como se muestra a continuación:

$$100\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 61\text{kgFósforo}$$

$$x\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 31,38\text{kgFósforo}$$

De esta manera serán necesarios 51,44kg/ha de fosfato monoamónico.

Para compensar el déficit de potasio son necesarios 20,15kg/ha de este nutriente, el cual se aportará a partir de sulfato potásico.

$$100\text{kgSulfatoPotásico} \rightarrow 50\text{kgPotasio}$$

$$x\text{kgSulfatoPotásico} \rightarrow 20,15\text{kgPotasio}$$

Para ello se aportarán 40,3kg/ha de producto.

### **9.9. AÑO 36 Y 39.**

En estos años la fertilización orgánica no cubre plenamente las extracciones del cultivo, por lo tanto en el caso del fósforo habrá que realizar un aporte mediante fosfato monoamónico para aportar 9,39kg/ha de fósforo.

$$100\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 61\text{kgFósforo}$$

$$x\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 9,39\text{kgFósforo}$$

Serán necesarios 15,39kg/ha de producto.

### **9.10. AÑO 37 Y 40.**

Al igual que en el caso anterior, es necesario aportar fósforo para compensar las extracciones. En este caso las necesidades son de 18,81kg/ha.

$$100\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 61\text{kgFósforo}$$

$$x\text{kgFosfatoMonoamónico} \rightarrow 18,81\text{kgFósforo}$$

En este caso serán necesarios 30,83kg/ha de fosfato monoamónico.

## **10. ÉPOCA DE APLICACIÓN.**

### **10.1. NITRÓGENO.**

Se realizan dos aportes, uno de ellos en primavera, en torno a los meses de abril y mayo; y un segundo aporte a principios del verano, entre junio y julio de cara al llenado del fruto. Nunca se aportará a partir del mes de julio, para evitar el crecimiento vegetativo y el retraso en la entrada en parada vegetativa.

### **10.2. FÓSFORO.**

Durante el año se realiza un único aporte de fósforo, pues es menos móvil que el nitrógeno. Este aporte se realizará una única vez al año, siendo su momento de aplicación es mes de abril.

### **10.3. POTASIO.**

El aporte de potasio se puede dividir en tres momentos a lo largo del año; mayo, junio y julio, repartiendo las cantidades equitativamente.

### **10.4. OTROS NUTRIENTES.**

En el caso de percibir cualquier carencia o necesidad de algún nutriente se realizará su aportación inmediata en el momento adecuado.

A continuación se muestran las deficiencias más importantes y de mayor frecuencia: Las deficiencias de hierro se corrigen a base de quelato de hierro a razón de 200-300g/árbol en el mes de marzo. Las de zinc y cobre se subsanan con sulfatos incorporados post-floración o bien a base de sulfato de zinc en otoño.

## **11. SEGUIMIENTO NUTRICIONAL DE LA PLANTACIÓN.**

El abonado debe aportar los elementos necesarios para el buen desarrollo de la plantación sin agotar las reservas de estos en el suelo. De esta manera el suelo es un reservorio de nutrientes, y para conocer la disponibilidad de los nutrientes en él deben realizarse análisis de suelo habituales.

Estos análisis se realizarán cada cuatro años en condiciones normales, dado que si existen síntomas de carencia o de cualquier tipo de problema se realizaran antes. Con estos análisis se obtendrán y verificaran datos de pH, conductividad eléctrica, fósforo y potasio asimilable, relación C/N, otros nutrientes y capacidad de intercambio catiónico.

Otro método para el seguimiento de la plantación es la realización de análisis foliares.

### **11.1. ANÁLISIS FOLIAR.**

Esta práctica es muy útil puesto que se puede controlar la alimentación de los árboles para poder variarla mediante el abonado, corrigiendo cualquier tipo de carencia; esto se debe a que existe una relación entre la cantidad de nutrientes en las hojas con la cantidad extraída de estos del suelo.

Para realizar en análisis es necesario recoger el material a analizar, para ello se tomarán dos o tres hojas de plantas dispersas de la plantación, hasta obtener unas 30-40 hojas, que conforman una muestra; podría realizarse la toma de varias muestras y de varios análisis.

La época de realización de estos análisis es variable y pudiendo realizarse en numerosos momentos, aunque se realizan en tres periodos sucesivos del ciclo de los árboles: inicio de la floración, final de la floración y madurez del fruto. A parte de estos momentos se realizará un análisis en el momento en el cual se detecte alguna anomalía que no pueda ser diagnosticada sin realizar la analítica.

## **ANEJO XI: DEFENSA FITOSANITARIA**

## ÍNDICE

|      |                                                                                                                         |    |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.   | INTRODUCCIÓN.                                                                                                           | 3  |
| 2.   | FACTORES RELACIONADOS CON LA PROTECCIÓN DE LA PLANTACIÓN. ...                                                           | 3  |
| 3.   | PRINCIPALES PLAGAS.                                                                                                     | 3  |
| 3.1. | <i>Nezara viridula</i> L. (CHINCHE VERDE).                                                                              | 3  |
| 3.2. | <i>Plodia interpunctella</i> Hübner (PIRAL O TINTA DE SEMILLA).                                                         | 4  |
| 3.3. | <i>Agonoscena pistaciae</i> (PSILAS DEL PISTACHO).                                                                      | 5  |
| 3.4. | <i>Labidostomis (Clytra) lusitánica (Germar)</i> (CLITRA, GALERUCA, ESCARABAJILLO).                                     | 7  |
| 3.5. | <i>Vesperus xatarti</i> Duf. (CASTAÑETA).                                                                               | 8  |
| 3.6. | <i>Saissetia oleae</i> Bern. (COCHINILLA).                                                                              | 9  |
| 4.   | PRINCIPALES ENFERMEDADES.                                                                                               | 11 |
| 4.1. | <i>Botryosphaeria dothidea</i> (Mougeot) Cesati & de Notaris (anamorfo <i>Fusicoccum aesculi</i> Corda). (BOTRIOSFERA). | 11 |
| 4.2. | <i>Verticillium dahliae</i> Kleb (VERTICILOSIS).                                                                        | 13 |
| 4.3. | <i>Alternaria alternata</i> (ALTERNARIA O TIZÓN TARDÍO).                                                                | 15 |
| 4.4. | <i>Pileolaria terebinthi</i> Castagne (ROYA DEL PISTACHO).                                                              | 16 |
| 4.5. | <i>Septoria pistacina, Septoria pistaciarum, Septoria pistaciae</i> (SEPTORIA). ...                                     | 18 |
| 5.   | PROBLEMAS NO INFECCIOSOS CONFUNDIDOS CON ENFERMEDADES. ....                                                             | 19 |
| 5.1. | LESIÓN DEL EPICARPIO.                                                                                                   | 19 |
| 5.2. | DESGARRO O ROTURA DEL FRUTO, MALFORMACIONES Y RAJADO DEL RAQUIS DEL RACIMO.                                             | 20 |
| 5.3. | RAJADO DEL TRONCO.                                                                                                      | 20 |
| 5.4. | DESECACIÓN DE LOS BORDES DE LAS HOJAS.                                                                                  | 21 |
| 5.5. | QUEMADURA DEL FRUTO.                                                                                                    | 22 |
| 5.6. | DESECACIÓN DE LAS HOJAS EN PRIMAVERA.                                                                                   | 22 |
| 6.   | ÉPOCA DE TRATAMIENTO.                                                                                                   | 23 |
| 6.1. | PLAGAS.                                                                                                                 | 23 |
| 6.2. | ENFERMEDADES.                                                                                                           | 23 |
| 7.   | MANEJO DE APEROS Y FITOSANITARIOS.                                                                                      | 23 |

## 1. INTRODUCCIÓN.

La protección del cultivo frente a plagas y enfermedades es muy importante puesto que es uno de los motivos que hacen mermar la producción. De esta manera el control de la plantación es de vital importancia para la detección de cualquier síntoma. El pistacho es originario de climas áridos, por lo tanto condiciones de humedad y elevada temperatura harán posible el desarrollo de numerosas enfermedades y plagas; por lo que habrá que evitar estas condiciones.

A priori, y puesto que es un cultivo novedoso en la zona, no se esperan grandes ataques de plagas y enfermedades sobre la plantación.

## 2. FACTORES RELACIONADOS CON LA PROTECCIÓN DE LA PLANTACIÓN.

Los principales factores relacionados con la protección del cultivo son los siguientes:

- El clima es un factor decisivo, principalmente debido a factores climáticos como la humedad, temperatura y precipitación. Por lo que habrá que controlar estas variables.
- Asegurar unas buenas condiciones edáficas, especialmente estructura y fertilidad, para evitar que el árbol se debilite y sea más susceptible a contraer enfermedades y plagas.
- No eliminar los enemigos naturales de las plagas, para ello hay que evitar dejar el suelo desnudo. En este caso se mantendrá el suelo cubierto de vegetación durante un tiempo, por lo que se favorecerá la presencia de enemigos naturales de las plagas.
- Adquirir material vegetal en buen estado, dado que los árboles pueden implantarse en nuestro terreno siendo portadores de alguna plaga o enfermedad.

## 3. PRINCIPALES PLAGAS.

Dado que en la provincia de Guadalajara no existe ninguna plantación de referencia se realiza un estudio acerca de las principales plagas de Castilla-La Mancha, donde existen numerosas publicaciones del CMA “El Chaparrillo” y del Ministerio de Agricultura.

### 3.1. *Nezara viridula* L. (CHINCHE VERDE).

Estas chinches, como todos los hemípteros, son insectos chupadores, provistos de un pico articulado que repliegan entre las patas. Es una especie muy polífaga que se alimenta de todo tipo de plantas hortícolas, aunque de manera puntual también puede provocar daños en viñedo, frutales y en este caso pistacheros.

Inverna en estado adulto guarecida en diversos refugios, como hojas secas o en el suelo, de donde sale ya entrada la primavera para alimentarse. Deposita los huevos en grupos en el envés de las hojas. Los huevos tienen forma de cilindros rojizos, con un opérculo en la base superior; al cabo de una semana poco más o menos, según la temperatura, se avivan y salen las larvas levantando el opérculo.



El adulto es grande, con forma de escudo, de 14 a 16mm de longitud por 8 o 9 de ancho. Tiene color verde con tres pequeñas manchas más claras en el escuteo. Si se sienten amenazadas segregan unas sustancias de olor desagradable. A lo largo del año tienen dos generaciones, siendo la segunda la más numerosa.

Los daños son directos, en general de poca importancia y esporádicos. Realizan picaduras y chupan los jugos, lo que puede provocar la caída o el abortamiento de los frutos cuando son pequeños. Los frutos mayores resisten mejor, pero al secarse la parte dañada se impide el crecimiento o el desarrollo normal.

Debido al desarrollo de las larvas, preferiblemente sobre los frutos en formación, el periodo crítico abarca desde el cuajado del fruto hasta el otoño. Esta plaga presenta su periodo más vulnerable durante los primeros estados larvarios.

Las principales medidas de prevención se basan en la eliminación de la vegetación adventicia, sobre la que se desarrolla el insecto. No existe un umbral de actuación establecido pero se recomienda tratar cuando el 20-25% de los brotes están afectados.

Además, existen una serie de medios biológicos para su tratamiento, diversos parásitos de sus huevos como los himenópteros de las familias Scelionidae y Encyrtidae. *Trichopoda pennipes* es un díptero taquínido que parasita adultos y raramente ninfas. Deposita un huevo sobre el cuerpo del adulto o ninfa y tras la eclosión la larva penetra en su cuerpo, ocasionándole a la larga la muerte.

En la práctica, esta plaga no suele requerir de un tratamiento químico específico, en el caso de ser necesario habrá que utilizar un producto fitosanitario autorizados para su uso en el Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

**Ilustración 1: Chinche Verde. Fuente: MAPAMA**



### **3.2. *Plodia interpunctella* Hübner (PIRAL O TINTA DE SEMILLA).**

Este lepidóptero es una plaga muy común en los productos almacenados y podemos encontrarla sobre todo en frutos secos. Se le conoce también como palomilla, polilla bandeada y polilla india de la harina.

Los adultos no producen daños, su envergadura es de 16-20mm; el primer tercio de las alas es de color gris claro y los otros dos tercios son de color marrón con tonos cobrizos. Las hembras realizan la puesta de noche y sobre los frutos, teniendo cada puesta entre 100 y 500 huevos aislados o en grupos.

Las larvas neonatas se localizan en las fisuras y grietas de los alimentos, dejando al alimentarse un tejido sedoso donde se acumulan sus excrementos y restos de sustrato alimenticio, formando una cavidad o túnel donde se refugian. El número de generaciones al año es de 4 a 6.

Las larvas se introducen en el interior de los frutos almacenados donde practican galerías. Aparte de los daños directos sobre los frutos, al quedar mezcladas las telas que producen con deyecciones, exuvios..etc, los perjudican y deprecian, pudiendo llegar a quedar inservibles comercialmente.

El estado más vulnerable de la plaga es difícil de definir, puesto que las larvas son difícilmente alcanzables al estar ocultas, sin embargo, en fase adulta se pueden atrapar por trampas adhesivas.

Como medidas de prevención se puede llevar a cabo la ventilación de los productos almacenados, para evitar aumentos de temperatura y humedad. No existe un umbral de actuación establecido. Sin embargo, la sola detección de la plaga debería ser suficiente, ya que se deberían eliminar las orugas previamente a la entrada en el fruto.

Pueden tomarse medidas biológicas: como los himenópteros *Venturia canescens* y *Habrobracon hebetor*. O también medidas físicas, como las trampas pegajosas.

En cuanto a los medios químicos, se basan en la limpieza y desinfección de los locales de almacenamiento mediante productos registrados.

**Ilustración 2: Tinta de la semilla. Fuente: MAPAMA.**



### **3.3. *Agonoscena pistaciae* (PSILAS DEL PISTACHO).**

Las distintas especies de psila que atacan al pistacho son insectos chupadores hemípteros de la familia de los psílidos, los cuales hibernan en estado adulto, retomando la actividad en primavera.

Las hembras depositan los huevos en el envés de las hojas jóvenes, mayoritariamente, al comienzo de la primavera. Los huevos, que también son depositados en brotes tiernos, tienen un color amarillento y son insertados por las hembras en el tejido vegetal. Es destacable que el desarrollo de la población adulta de

*Agonoscena* se puede evaluar en dos fases. La primera, desde primeros de abril hasta finales de julio, caracterizada por un desarrollo poblacional lento; la segunda, desde finales de julio hasta la caída de las hojas. A menudo la densidad de población tiene un repunte en otoño, si las condiciones son favorables para la plaga.

**Ilustración 3: Huevos eclosionados y ninfas de primeros estadios sobre el envés de las hojas. Fuente: MAPAMA.**



Las ninfas y adultos se alimentan succionando la savia de las partes jóvenes principalmente. Los síntomas que produce son amarilleamiento foliar, enrollamiento de hojas y necrosis de esta, que termina en defoliación prematura del árbol. Cuando se producen ataques severos puede tener lugar la caída de las yemas florales de la campaña siguiente, debilitándose el árbol. Además, la secreción de melaza puede inducir la aparición de hongos saprófitos (“negrilla”) en hojas, ramas y en el suelo bajo la copa.

El periodo crítico abarca desde la brotación hasta pasada la cosecha de los frutos, momento en el cual la psila puede repuntar. Las poblaciones de la plaga al final de la campaña influirán en la intensidad del ataque al comienzo de la siguiente. Los estadios más vulnerables de la plaga son los juveniles, ya que además presenta movilidad reducida. Sin embargo, el hecho de que éstos se alimentan normalmente en el envés de las hojas y produzcan secreciones cerosas puede dificultar el control por medio de fitosanitarios de contacto.

Como medida de prevención cabe destacar el mantenimiento de las poblaciones de enemigos naturales, al conservar vegetación o setos de refugio para estos. No existe un umbral definido para la psila del pistacho, pero se pueden tomar como referencia los detallados para *Cacopsylla pyri* en peral: considerándose una ocupación del 10% de los órganos vegetales hasta finales de mayo; y del 15% a partir del mes de junio.

Como medios biológicos para su tratamiento puede realizarse la liberación de enemigos naturales: insectos depredadores tales como el neuróptero *Chrysoperla carnea*, la mariquita *Oenopia conglobata* y el chinche *Anthocoris nemoralis*. Además, se pueden establecer trampas cromotrópicas adhesivas, actuando como medio físico.

En el caso de tener que recurrir a medios de control químico, es recomendable cambiar el grupo (modo de acción) de los insecticidas en los tratamientos, a fin de evitar la aparición de resistencias en la plaga. Los productos se han de aplicar conforme a las indicaciones del fabricante, no excediendo nunca la dosis máxima recomendada y respetando los plazos de seguridad. Al igual que con las otras plagas, habrá que utilizar productos registrados.

### **3.4. *Labidostomis (Clytra) lusitánica (Germar) (CLITRA, GALERUCA, ESCARABAJILLO).***

Se trata de un coleóptero defoliador de la familia de los crisomélidos. Está presente en multitud de áreas de la geografía peninsular. Los adultos poseen el tórax de color negro metálico y miden entre 6 y 12mm de longitud. Los élitros son de color anaranjado, con dos puntos negros, uno en cada hombro. Tienen un marcado dimorfismo sexual, las patas delanteras de los machos son más largas que las de las hembras, y éstos presentan la parte superior del tórax más desarrollada que la de las hembras.

**Ilustración 4: Escarabajillo defoliando pistachero. Fuente: MAPAMA.**



Durante el mes de mayo (aunque depende de las condiciones climáticas) los adultos se desplazan desde las hierbas próximas a las plantaciones, permaneciendo en árboles jóvenes de cuyas hojas tiernas se alimentan vorazmente, pudiéndolo defoliar en pocas horas. Los acoplamientos tienen lugar en los mismos árboles, aunque luego se desplazan a la maleza donde realizan su puesta en hojas y ramitas en grupos de unos 10 huevos que eclosionan a los 12 días. Cuando salen las larvas se refugian en el suelo, hojas secas...etc. Si las condiciones atmosféricas son propicias puede haber una segunda generación.

El adulto de este coleóptero devora las hojas del pistacho con mucha rapidez, en su voracidad a veces sólo dejan intactos los nervios de las hojas, con el consiguiente debilitamiento del árbol o la muerte en casos graves. Se le debe prestar una especial atención por los cuantiosos daños que puede llegar a ocasionar, sobre todo en las plantaciones más jóvenes o en las hojas más tiernas de los árboles adultos. En pocas horas pueden acabar con árboles de 1-2 años, pelando incluso la corteza de las ramas. Los árboles mayores sólo son atacados cuando no encuentran árboles jóvenes de los que alimentarse.

Esta plaga actúa preferentemente durante el mes de mayo afectando a las hojas y brotes tiernos de este momento, por lo que hace que las plantas jóvenes sean muy sensibles.

Hay que vigilar la presencia de hierbas hospedantes de la plaga, como las crucíferas del género *Eruca* sp., en parcelas colindantes, cunetas y lindes así como en las calles de cultivo. Los ataques son repentinos y devastadores, localizándose por lo general en focos aislados de la plantación.

Se aconseja como medida preventiva el laboreo invernal, con el objetivo de destruir muchas larvas. Otra técnica ecológica se basa en la colocación de una bolsa en la parte inferior del árbol, el cual será sacudido para tirar a los individuos adultos. Cuando estos coleópteros atacan a un injerto de pistacho del mismo año el riesgo para la planta es mayor debido al escaso follaje. En este caso, se puede recomendar no cortar el patrón por encima del injerto para que actúe como “cebo distractor”.

No existe un umbral definido, la presencia de adultos en hojas y brotes tiernos en algún árbol de la plantación sería razón suficiente para actuar contra la plaga. Como medio de control biológico cabe destacar el mantenimiento en la plantación de la avifauna entomófaga, como mirlos o estorninos.

Sin embargo, pueden ser necesarios medios químicos, estos deben ser autorizados por el Ministerio y encontrarse registrados.

### **3.5. *Vesperus xatarti* Duf. (CASTAÑETA).**

Se trata de un coleóptero polífago que se distribuye por toda la península ibérica. Los adultos de este coleóptero tienen un marcado dimorfismo sexual. Los machos son más pequeños que las hembras, los élitros les cubren todo el abdomen y tienen las antenas más largas que el cuerpo. Las hembras, de mayor tamaño, tienen las antenas más cortas que el cuerpo y los élitros no se juntas. La longitud de los adultos oscila entre 20 y 30mm. La larva, en sus primeros estadios tiene forma cilíndrica, y está recubierta de pelos largos; luego se va volviendo rechoncha. Es de color blanco con pelos rojizos, y sus patas son muy cortas y rígidas.

En otoño aparecen los primeros adultos escalonadamente. En invierno la hembra realiza la puesta bajo la corteza de la planta, pudiendo depositar más de 500 huevos. Al final del invierno o ya entrada la primavera salen las larvas que se dirigen a las raíces para alimentarse de ellas durante dos o tres años hasta completar su desarrollo. A continuación pupan y aparecen los nuevos adultos cerrándose el ciclo.

**Ilustración 5: Macho adulto de castañeta. Fuente: MAPAMA.**



Las larvas muerden y destruyen las raíces, debilitando la planta. Los daños más importantes se producen en plantas jóvenes, a las que incluso puede llegar a matar. Los síntomas son típicos de mal funcionamiento del sistema radicular: falta de vigor, decoloración y descenso de la producción, en ocasiones puede morir la planta. Los ataques suelen aparecer en rodales. Pese a todo, esta plaga no es muy importante.

El estado más sensible de esta plaga es cuando las larvas recién nacidas se dejan caer al suelo y antes de que penetren en las raíces, en torno a los meses de abril y mayo.

El seguimiento y la estimación de riesgo para el cultivo es difícil, para ello habría que localizar los huevos bajo la corteza durante los meses de noviembre y diciembre. Pueden instalarse trampas específicas con feromonas a finales de octubre, para el control de vuelo de adultos, que tiene lugar en noviembre-diciembre, realizando un seguimiento de las poblaciones para determinar el momento oportuno de los posibles tratamientos.

Esta plaga prefiere suelos secos y pedregosos, el laboreo del terreno puede ayudar a controlarla ya que se destruyen muchas larvas, siendo favorable para esta plaga el no laboreo. El descortezado de los árboles con puestas favorece la destrucción de los huevos por parte de depredadores y ayuda a reducir la incidencia de la plaga. En el momento que se ve la presencia de huevos bajo la corteza, en rodales, es el momento de actuar.

Pueden seguirse las medidas culturales citadas anteriormente; aunque también se puede realizar un control biológico mediante nematodos parásitos del género *steinernema*, incorporados al suelo, que debe estar en adecuadas condiciones de humedad. Normalmente no se realizan tratamientos químicos, únicamente medidas culturales.

### **3.6. *Saissetia oleae* Bern. (COCHINILLA).**

La cochinilla es un homóptero que afecta al olivo, cítricos y otros frutales como el pistachero. La hembra alcanza, en estado adulto de 3 a 5mm de longitud, tiene forma semiesférica, y es similar a un grano de pimienta, de color marrón cada vez más oscuro. Posee un relieve en forma de H característico. Las hembras son inmóviles y quedan adheridas a la planta. Se desconoce el macho, poseen reproducción por partenogénesis. La hembra deposita más de un millar de huevecillos que quedan

debajo de su cuerpo. Los huevos son elipsoides, de color rosado, de un tercio de mm de longitud. Las larvas tienen contorno ovalado, son inmóviles, de color terroso o amarillento, con longitud inferior a 3mm. Tiene este insecto, en general, dos generaciones anuales. Al comienzo de la primavera, aparecen las primeras larvas que se fijan en nuevas brotaciones normalmente sobre el haz, en el nervio central. Cuando completan sus dos mudas se dirigen a las ramas, transformándose en adultos en verano. Los adultos más precoces de esta primera generación pueden dar lugar a una segunda, empezando a dar larvas desde ese mismo año.

**Ilustración 6: Cochinilla adulta sobre pistachero. Fuente: MAPAMA.**



Esta plaga produce daños en primavera y verano hasta que las temperaturas se elevan por encima de los 32°C. suele preferir los árboles de crecimiento vigoroso. Se manifiesta por la presencia en las ramas y ramillas de una especie de costras o verrugas semiesféricas, que son las hembras, produciéndose un debilitamiento generalizado de la planta por succión de savia. También produce un daño indirecto porque segrega una sustancia pegajosa y azucarada como melaza que embadurna las hojas y ramas, que propicia la aparición del hongo negrilla, restando capacidad fotosintética a la planta.

Las etapas más sensibles para el control de este parásito, son los primeros estados larvarios, cuando han eclosionado el 90% de las larvas, cuyo indicador es el cambio de color del interior del caparazón que pasa del rosa al blanco.

En junio se realiza un muestreo para determinar la incidencia de la plaga. En parcelas con incidencia elevada puede realizarse observaciones para la determinación del % de avivación de huevos. La determinación de este parámetro es importante en parcelas con niveles altos, cuando se alcance el 90% de avivación, será el momento en el que este agente sea sensible a los tratamientos fitosanitarios.

Los ataques de esta cochinilla pueden verse favorecidos por abonados desequilibrados y por el uso indiscriminado de insecticidas, que destruyen los enemigos naturales. Las altas temperaturas estivales, acompañadas de vientos secos,

provocan mortalidades superiores al 95% en los estados larvarios. La aplicación de medidas culturales como plantaciones no muy densas, podas, nutrición equilibrada sin exceso de nitrógeno y un buen control del riego, favorecen el control natural de la plaga. Las podas facilitan la aireación de la copa del árbol lo que repercute negativamente sobre el desarrollo de los estados inmaduros de la cochinilla, ya que estas son muy sensibles al calor y al viento seco.

No existe un umbral de actuación establecido. Además de los medios señalados para minimizar el uso de químicos, pueden llevarse a cabo la lucha biológica. La cochinilla tiene numerosos parásitos, que a veces detienen la propagación de la plaga. El más importante es el himenóptero *Scutellysta cyanea*; también *Metaphycus flavus* y *M. lounsburyi*. Cuyas larvas se desarrollan bajo el escudo, devorando sus huevos. También hay varios coccinéliidos que se alimentan de larvas, tales como el *Chilochorus bipustulatus* o el *Exochomus quadrimaculatus*. Otros parásitos son la mariquita *Rhyzobius lophanthae* y los chinches del género *Phytocoris*, los cuales, durante el periodo de marzo a abril, se alimentan de sus huevos y de sus estadios juveniles.

En el caso de ser necesarios tratamientos químicos, estos deben hacerse en verano, una vez hayan eclosionado todos los huevos; y siempre utilizando productos registrados y autorizados.

## 4. PRINCIPALES ENFERMEDADES.

### 4.1. ***Botryosphaeria dothidea* (Mougeot) Cesati & de Notaris (anamorfo *Fusicoccum aesculi* Corda). (BOTRIOSFERA).**

El hongo que produce esta enfermedad es un ascomiceto que se propaga por el aire y que produce micosis vasculares en numerosas especies vegetales, entre las que podemos destacar el almendro, el nogal y afecta también al pistachero.

Los picnidios de este hongo (estructuras que albergan las conidiosporas) se encuentran presentes en los brotes del crecimiento del año anterior (en yemas, heridas, peciolo, raquis, etc.). Son las principales fuentes de inóculo durante el invierno, y es durante la primavera cuando las lluvias las propagan por la propia planta y por el suelo. Estas conidiosporas también pueden ser transportadas por insectos, aves, herramientas de poda y a través del agua de riego. La infección se produce al germinar las conidiosporas y desarrollar su tubo germinal, que penetra a través de los estomas de las hojas y brotes tiernos. Las conidiosporas no se desarrollan a temperaturas por debajo de 6°C. Si la primavera es lluviosa y las temperaturas superan los 10°C se pueden llegar a producir infecciones importantes en yemas, brotes y axilas de las hojas. No obstante, el desarrollo de este hongo es mucho mayor a medida que avanza el verano, cuando las temperaturas son más altas, y si se dan condiciones de elevada humedad relativa ambiental. Las condiciones óptimas para la germinación de las conidiosporas son temperatura entre los 27 y 33°C y una humedad relativa elevada durante un periodo de al menos 10 horas. Si la elevada humedad



relativa de alterna con periodos secos, la incidencia de la enfermedad puede llegar a ser mucho mayor.

El síntoma característico es la marchitez de hojas y racimos que permanecen momificados en el árbol de un año a otro. Las hojas afectadas comienzan a caerse a partir de julio y, si la infección es grave, la defoliación suele ser general a final del verano, produciéndose un súbito debilitamiento del árbol.

**Ilustración 7: Ataque de botriosfera a diferentes partes del pistachero. Fuente: MAPAMA.**



Los primeros síntomas aparecen en primavera. Las ramas que fueron infectadas en la temporada anterior producen brotes y racimos donde se desarrollará el hongo, causando retrasos en la brotación y escaso desarrollo de los brotes, entrenudos cortos, clorosis foliar y yemas florales que terminan secándose.

En la base de los brotes se pueden observar lesiones oscuras, así como en el raquis de las hojas y racimos. Las hojas presentan manchas y lesiones necróticas circulares con los márgenes cloróticos; a mediados de mayo las hojas pueden llegar a marchitarse por completo. A diferencia de *Alternaria*, *Botryosphaeria* no produce esporas en las lesiones de hojas, por lo que para diferenciar los síntomas basta con frotar con los dedos; si estos se oscurecen se trata de *Alternaria*. En la madera se observan necrosis sectoriales, tanto en zonas internas del patrón o en las ramas de la variedad como también en la zona del injerto. Los frutos también pueden resultar infectados, a menudo a través de las lesiones que causan en ellos las picaduras de diferentes chinches.

El desarrollo de la enfermedad se pone de manifiesto desde finales del mes de mayo hasta octubre, aumentando los daños antes de la recolección. Si una vez iniciada la brotación, las yemas no llegan a producir brotes o éstos son anormales, es muy posible que el árbol haya sido infectado.

Durante la época de parada invernal hay que buscar las lesiones causadas por el hongo en troncos y ramas, los chancros, y marcar estos ejemplares con el objetivo de tener un mayor control de los tratamientos.

Como medidas culturales se pueden resaltar el cambio a riego por goteo, para evitar los excesos de humedad; la eliminación de las ramas afectadas mediante una poda correcta, favoreciendo la aireación de la copa y desinfectando posteriormente la herramienta de trabajo; evitar la poda en días previos a fenómenos meteorológicos como la lluvia o niebla; eliminar restos de poda mediante la quema.

La enfermedad ocasionada por este hongo es difícil de controlar, especialmente cuando no se interviene a tiempo y se le deja avanzar durante varios años. Es por ello importante actuar cuando se observan los primeros síntomas, fundamentalmente por medio de la poda, de aplicaciones de fungicidas y del manejo adecuado del riego.

Si la parcela tiene antecedentes por ataque de botriosfera es conveniente aplicar un tratamiento fungicida en primavera, cuando aparecen las panículas florales. El control de la enfermedad mediante fungicidas es difícil, sobre todo cuando se deja avanzar varios años, la época de aplicación de los productos va desde plena floración hasta el verano, siendo los meses de junio y julio los mejores para realizar tratamientos eficaces. Las heridas de poda se pueden tratar con masa cicatrizante con producto fungicida autorizado para ello, especialmente en madera de cierto grosor. Se podrán utilizar productos fitosanitarios registrados.

#### **4.2. *Verticilium dahliae* Kleb (VERTICILOSIS).**

La verticilosis es una enfermedad producida por el hongo *Verticilium dahliae*, que pertenece a la clase Deuteromicetos (hongos imperfectos), un grupo de hongos que no tienen un estado sexual conocido. Este hongo, transmitido por el suelo, produce micosis vasculares en numerosas especies vegetales herbáceas pertenecientes a las familias solanáceas, cucurbitáceas, rosáceas, malváceas, compuestas y leñosas como el olivo, pistachero, aguacate y el género *Prunus* sp. Ampliamente distribuido en zonas templadas de todo el mundo, especialmente en zonas de regadío.

Enfermedad monocíclica que se reproduce por medio de conidias. Posee un micelio blanquecino sobre el que se desarrollan conidióforos ramificados verticilarmente. La mayoría se encuentran en la capa arable aunque pueden hallarse a más de un metro de profundidad. Son dispersados por los aperos, el viento, el agua de riego y el material vegetal.

Las infecciones se producen a principios de primavera cuando las hifas del hongo penetran directamente a través de las raíces sanas o más eficientemente por las heridas de las mismas producidas por nematodos o prácticas culturales; una vez que alcanza el xilema, el hongo crece y produce conidias que colonizan la planta a través de la savia. Como resultado se produce la obturación de los vasos de la planta y aparición de síntomas como la defoliación y marchitez de los tejidos. Sólo cuando están en una fase muy avanzada de la enfermedad se produce un crecimiento del hongo fuera de los tejidos vasculares. En las hojas caídas se forman microesclerocios que acaban quedando libres en el suelo e inician nuevos ciclos de la enfermedad.

El síntoma característico es la marchitez repentina de las hojas, afectando a alguna rama, permaneciendo otras ramas sanas dentro del árbol. La desecación de las ramas comienza por su extremo hasta llegar a la base. Estos síntomas aparecen de forma rápida, quedando las hojas adheridas a la rama, o de forma lenta, produciendo defoliación. La zona vascular de las ramas afectadas aparece con simples puntuaciones o anillos necróticos en sus vasos. Las ramas afectadas presentan crecimiento raquítrico y baja productividad. Si el árbol es vigoroso, puede ser capaz de restringir al hongo a determinadas zonas del sistema vascular y producir nuevo tejido vascular para el transporte de agua. En arboles jóvenes el daño es más grave,

pudiendo producir la muerte de la planta afectada. Las plantaciones se van haciendo más tolerantes con la edad, tendiendo a recuperarse.

**Ilustración 8: Ejemplar afectado por verticilosis. Fuente: MAPAMA.**



No existe un tratamiento totalmente efectivo contra la verticilosis. Debemos actuar de forma preventiva, para lo que se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Evitar plantar en parcelas que hayan presentado síntomas de la enfermedad, especialmente si han estado plantadas de algodón, olivar u hortalizas, y evitar la introducción del hongo con las labores.
- Usar plántones libres de patógeno. Esta medida es fundamental, puesto que la utilización de plantas infestadas ha sido una de las principales causas de expansión de la enfermedad.
- Limpiar la maquinaria y aperos que pudieran estar contaminados.
- Evitar el estrés hídrico. La falta de agua, llegando a niveles que ocasionen estrés en la planta eleva la probabilidad de infección.

Si se diagnostica la presencia de verticilosis en la plantación, el objetivo debe ser evitar la expansión de la enfermedad y disminuir la concentración de inóculos en el suelo, a través de las siguientes medidas:

- Cortar y quemar ramas afectadas, intentando evitar que sus hojas caigan al suelo ya que perpetúa la enfermedad.
- Realizar una fertilización equilibrada y un manejo adecuado del agua de riego. La enfermedad se ve favorecida por el exceso de humedad y nitrógeno y la falta de potasio.
- Eliminar malas hierbas sensibles a la verticilosis.
- Solarización del suelo de la planta afectada, mediante el uso de la técnica adecuada para ello.

En el caso de que esto no fuese suficiente, se realizaría un tratamiento químico mediante fitosanitarios registrados para tal uso.

### 4.3. *Alternaria alternata* (ALTERNARIA O TIZÓN TARDÍO).

Se trata de una enfermedad producida por diversos hongos ascomicetos del género *Alternaria* sp. que se propagan a través del aire. En términos generales su esporulación es óptima a 27°C, especialmente cuando esa temperatura va asociada a condiciones de elevada humedad relativa ambiental. Cuando la temperatura desciende por debajo de 15°C o sube por encima de 35°C la esporulación es nula o mínima. Si las condiciones para el desarrollo de la enfermedad no son las adecuadas, las conidias del hongo pueden pasar varios años hasta que la temperatura y la humedad alcancen valores óptimos y comience su germinación.

El tiempo transcurrido entre la infección y los primeros síntomas puede llegar a ser sólo de seis semanas. Los primeros síntomas se observan en las hojas con la aparición de manchas angulares o redondeadas de un 3-7mm de diámetro y de color marrón oscuro o negro, con esporulación en su centro. Esas manchas van aumentando de tamaño a medida que avanza la enfermedad y pueden terminar uniéndose. Al final de la estación de crecimiento muchas de estas manchas se tornan de color negro. Estas lesiones pueden estar presentes también en peciolo, raquis de la hoja y nervios centrales de los folíolos.

Si se frota con los dedos las hojas estas se oscurecen. En los frutos inmaduros aparecen manchas pequeñas de color negro. En la piel de los frutos maduros estas manchas son también de color negro, de 1-5mm de diámetro, pudiendo estar rodeadas de un halo rojizo o púrpúreo. Si la infección es grave, la epidermis de los frutos se ennegrece y algunos aparecen agrietados.

En general si el ataque es grave, ocasiona la defoliación y manchas en los frutos, produciendo pérdidas importantes de cosecha y un deterioro de su estética. Si el ataque es severo, se produce una defoliación temprana del árbol, debilitándolo, además de la consecuente pérdida de calidad del fruto. El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por condiciones de elevada humedad. Al final de la temporada, la senescencia de las hojas las hace más sensibles a la enfermedad, y las infectadas de color negruzco suponen una importante fuente de inóculo primario para la campaña siguiente.

**Ilustración 9: Afección de alternaria a diferentes partes del pistachero. Fuente: MAPAMA.**



La mayor infección en las plantaciones se produce desde mediados de verano hasta el otoño. Si las plantas se encuentran bajo condiciones de estrés, o se producen heridas en tronco y/o ramas como consecuencia del paso de aperos, del viento o de organismos fitófagos, el desarrollo de la enfermedad se ve favorecido. Entre los

factores que incrementan el estrés de la planta están la falta de riego, las temperaturas extremas, la falta de horas de frío o la competencia con vegetación adventicia.

A mediados de julio se ha de realizar un primer muestreo de hojas para detectar la posible presencia de alternaria. Los primeros síntomas pueden aparecer desde finales de julio a principios de agosto, dependiendo de las condiciones de humedad relativa en la parcela. A mediados de septiembre la enfermedad puede llegar a alcanzar niveles de epidemia. La presencia de cubiertas vegetales incrementa el riesgo de aparición de la enfermedad frente al laboreo. La variedad kerman y red aleppo son las más sensibles a esta enfermedad.

La alternaria es una enfermedad difícil de manejar y su control requiere de la aplicación combinada de varias estrategias:

- La irrigación del cultivo se ha de manejar con equilibrio, teniendo en cuenta que un exceso acentúa la incidencia de la enfermedad, mientras que un déficit puede influir negativamente en la apertura de los frutos. Se ha de primar el riego localizado para evitar excesos de humedad.
- La poda invernal puede favorecer la aireación de la copa, reduciendo el riesgo de infección por parte del hongo.
- En caso de presencia de cubierta vegetal en las calles del cultivo, se ha de evitar que las hierbas crezcan en exceso o con mucha densidad procurando que la humedad relativa aumente en el entorno más próximo a los árboles.
- Se ha de recolectar lo más temprano posible, especialmente en parcelas con riesgo de aparición de alternariosis.
- En caso de infección, podar las ramas afectadas, recoger y eliminar los racimos secos y sellar las heridas de la poda. Los desechos deben quemarse lo antes posible.

Debido al problemático manejo de la enfermedad, las medidas han de ser fundamentalmente de carácter preventivo, por lo que su aplicación se ha de realizar a lo largo de todo el año.

Además de las medidas culturales citadas puede recurrirse a la lucha química. Sin embargo se han detectado resistencias de *Alternaria* spp. A ciertos grupos de fungicidas, por lo que conviene alternar materias activas para evitar la aparición de las mismas. Los tratamientos se aplican desde la floración hasta el verano. Si se realiza una sola aplicación, el mejor momento es finales de junio hasta principios de julio, antes del período crítico para el desarrollo de la enfermedad. Hay que utilizar productos registrados y autorizados por el Ministerio.

#### **4.4. *Pileolaria terebinthi* Castagne (ROYA DEL PISTACHO).**

Este hongo basidiomiceto del orden de los Pucciniales produce una enfermedad que completa todas las etapas de su ciclo en árboles del género *Pistacia* sp.,

transmitiéndose a través del aire por medio de sus basidiosporas. Las teliosporas (esporas hibernantes de resistencia) pasan el invierno en las hojas caídas del suelo y germinan a finales de dicha estación o a principios de la primavera, tras las primeras lluvias, cuando las temperaturas suben por encima de los 15°C. La diferenciación de las basidiosporas producidas por las teliosporas tiene lugar a unos 20-25°C, y son dispersadas por el viento infectando las hojas jóvenes de los árboles. El hongo no sobrevive al invierno como micelio en las ramas de los árboles, pero sí las teliosporas en hojas, frutos o ramas.

Los síntomas comienzan con la aparición de manchas necróticas en hojas, a veces con perforación de los limbos. Estas manchas son de color pardo, pardo rojizas o violáceas tanto por el haz como por el envés, y están rodeadas de un estrecho margen amarillendo, pudiendo aparecer también en frutos. Con el tiempo, las manchas se vuelven oscuras y pulverulentas al iniciarse el desarrollo de las teliosporas, extendiéndose y uniéndose a otras hasta terminar por convertirse en tejido necrosado de color marrón oscuro.

Las esporas rojizas con un solo pedicelo de *Pileolaria terebinthi* son fácilmente distinguibles de las cadenas de pequeñas conidias marrones que producen las especies del género *Alternaria* sobre las manchas en hojas y frutos, que posteriormente dan lugar a masas de esporas oscuras en su centro.

Las lluvias de finales de invierno o de principios de primavera pueden dar lugar a infecciones graves, provocando la defoliación de los árboles, que puede llegar a ser importante. Se ha de observar la posible presencia de pústulas de coloraciones oscuras, tanto en el envés de las hojas como en frutos durante la primavera y el verano. En verano y otoño, habrá que identificar la posible aparición de estas pústulas también en el haz de las hojas.

**Ilustración 10: Roya del pistacho. Fuente: MAPAMA.**



Existen diferentes grados de susceptibilidad según las variedades y según los portainjertos, siendo *Pistacia vera* más sensible que *Pistacia terebinthus* y *Pistacia atlantica*. Como medidas culturales destacan las siguientes:

- Eliminación de las ramas afectadas mediante poda correcta, desinfectando la herramienta entre un árbol y otro.

- Evitar la diseminación de esporas destruyendo las partes enfermas de la planta.
- Quemar las ramas, hojas caídas o frutos dañados de aquellos árboles afectados con el objetivo de disminuir el inóculo.
- Llevar a cabo un programa de fertilización adecuado, evitando los excesos de nitrógeno y la falta de potasio.

Si la parcela tiene antecedentes de esta enfermedad se aplicará un tratamiento fungicida preventivo a comienzo de primavera, cuando la temperatura sea superior a 15°C y se prevean condiciones de elevada humedad o lluvias. Podrán utilizarse los fungicidas, u otros productos fitosanitarios, inscritos en el Registro y autorizados para ese uso por el Ministerio.

#### **4.5. *Septoria pistacina*, *Septoria pistaciarum*, *Septoria pistaciae* (SEPTORIA).**

Esta enfermedad, producida por los hongos ascomicetos de las especies *Septoria pistacina*, *Septoria pistaciarum* y *Septoria pistaciae*, se han registrado daños en todos los países productores. El hongo pasa el invierno en las hojas caídas infectadas en la temporada anterior. La mayor parte de las ascosporas se encuentran maduras y listas para su descarga a finales de abril, y se libera durante y después de la lluvia. La temperatura óptima para el desarrollo de las ascosporas es 10°C, con un período de incubación de unos 10 días. Las infecciones secundarias son causadas por conidios de *Septoria*, que se propagan a través de la lluvia o salpicaduras de agua, y pueden continuar hasta finales de otoño. Las lluvias de finales de primavera y verano determinan tanto el inicio como la gravedad posterior de la enfermedad.

Se observa el desarrollo de manchas necróticas irregulares de color marrón oscuro, de 1-2mm de diámetro en las hojas y en frutos. Estas manchas, que pueden llegar a ser cientos en una hoja, pueden aumentar ligeramente de tamaño con el paso del tiempo, aunque por regla general permanecen pequeñas y aisladas entre sí. Los árboles infectados y no tratados pueden terminar con una defoliación temprana y su debilitamiento de cara al año siguiente.

Como medidas culturales de control cabe destacar las siguientes recomendaciones:

- Poda de las ramas afectadas y recogida y eliminación de las hojas caídas y frutos momificados. Los desechos deben quemarse o enterrarse lo antes posible.
- Realizar una fertilización equilibrada ya que la enfermedad se ve favorecido por los excesos de nitrógeno y el déficit de potasio.

En el caso de que no sea suficiente con estas medidas culturales se puede llevar a cabo el tratamiento químico cuando se observen los primeros síntomas de la enfermedad, generalmente durante los meses de julio y agosto. Además, se suele realizar un tratamiento preventivo. Los productos químicos utilizados han de ser autorizados por el Ministerio.

**Ilustración 11: Hojas de pistachero afectadas por septoria. Fuente: MAPAMA.**



## **5. PROBLEMAS NO INFECCIOSOS CONFUNDIDOS CON ENFERMEDADES.**

A continuación se exponen los principales problemas que se dan en las plantaciones, según el CMA “El Chaparrillo”, y que en numerosos casos son confundidos con enfermedades.

### **5.1. LESIÓN DEL EPICARPIO.**

**Ilustración 12: Lesión del epicarpio en pistachero. Fuente: IRIAF, Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal de Castilla La Mancha.**



Se trata de un daño registrado en todos los países productores, es causado por chinches de diferentes géneros o insectos chupadores; aunque en numerosas ocasiones se debe al exceso de carga.

Es importante identificar los síntomas de esta lesión y no confundir con botritis o alternaria. Los primeros suelen aparecer desde finales de abril hasta primeros de junio, con manchas sobre la superficie de los frutos de color marrón oscuro con o sin el punto negro que dio origen a la lesión. En la herida causada por un hemíptero puede observarse una pequeña gota de exudado resinoso transparente. La zona afectada varía de tamaño y puede llegar a cubrir toda la superficie del fruto. Las manchas se van oscureciendo con el paso del tiempo, la superficie del fruto se ablanda, se arruga y se hunde sobre sí misma. Estas lesiones pueden llegar a extenderse hasta la base del pedicelo del mismo fruto. Todos los frutos afectados terminan cayendo al suelo. El control se realiza al igual que el de las chinches, utilizando insecticidas registrados.



## **5.2. DESGARRO O ROTURA DEL FRUTO, MALFORMACIONES Y RAJADO DEL RAQUIS DEL RACIMO.**

Estas diferentes lesiones tienen un fenómeno común que hace que se expresen en el árbol, en función del estado del ciclo vegetativo se manifestará de una manera. Ese fenómeno común son los bruscos cambios de temperatura junto a una elevada humedad relativa que afecta a los tejidos en el momento en que más rápido se desarrollan. Estas lesiones se dan en todos los países productores.

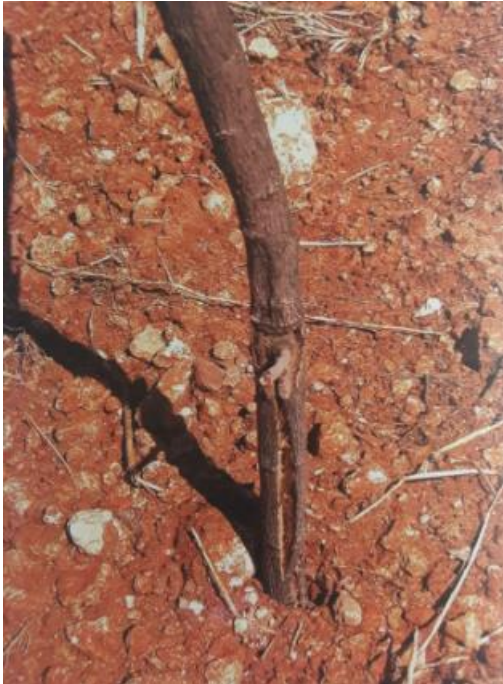
**Ilustración 13: Pistachos deformes. Fuente: IRIAF, Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal de Castilla La Mancha.**



## **5.3. RAJADO DEL TRONCO.**

Esta lesión es muy frecuente en todas las plantaciones, se debe fundamentalmente a cambios bruscos de temperatura. Si una vez trasplantado el árbol no se encuentra adaptado a las bajas temperaturas de la zona puede producirse un rajado longitudinal del tronco, generalmente por la parte más baja. Esta lesión también puede ser ocasionada por una bajada brusca de temperatura tras un periodo de temperaturas suaves. Los árboles afectados por una fuerte bajada de temperatura suelen estar distribuidos al azar por la parcela y suelen ser los de mayor vigor.

**Ilustración 14: Rajado del tronco ocasionado por la bajada brusca de temperatura.**  
**Fuente: IRIAF, Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal de Castilla La Mancha.**



#### **5.4. DESECACIÓN DE LOS BORDES DE LAS HOJAS.**

Esta lesión es característica de inundaciones a nivel radicular durante un tiempo superior a 24h, especialmente visible en suelos con drenaje dificultoso. Si el periodo de encharcamiento es superior a 24h pueden ocasionarse daños parciales, como es el caso, o daños totales sufriendo la muerte por asfixia radicular. Si el encharcamiento se produce en invierno, el árbol con daños parciales mostrará un aspecto enfermizo o débil a lo largo de las siguientes estaciones de crecimiento. Es posible que durante ese periodo algunos de ellos, los más débiles, terminen sucumbiendo con el agotamiento de sus reservas o que lo hagan al año siguiente.

**Ilustración 15: Hojas dañadas por encharcamiento parcial. Fuente: IRIAF, Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal de Castilla La Mancha.**



### **5.5. QUEMADURA DEL FRUTO.**

Este fenómeno se origina tras una fuerte insolación. El sol provoca quemaduras sobre los órganos más sensibles del árbol, en este caso los frutos, los cuales adquieren tonos negruzcos.

### **5.6. DESECACIÓN DE LAS HOJAS EN PRIMAVERA.**

Tras una helada tardía las hojas se arrugan y se secan sus puntas, tomando tonos negruzcos. En función de la magnitud de la helada los daños sobre el árbol serán de mayor o menor gravedad.

**Ilustración 16: Hojas dañadas por una helada. Fuente: Imagen extraída de internet.**



## 6. ÉPOCA DE TRATAMIENTO.

A continuación se presentan unas tablas en las que se muestran las diferentes plagas y enfermedades indicadas anteriormente junto con la época de tratamiento y el producto a utilizar.

### 6.1. PLAGAS.

**Tabla 1: Principales plagas, tratamiento y época de aplicación. Fuente: Elaboración propia.**

| PLAGA           | PRODUCTO                                                            | ÉPOCA DE APLICACIÓN                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Chinches        | Insecticidas como Cipermetrin o Cifutrin.                           | Finales de marzo hasta mitad de mayo    |
| Polilla o piral | Trampas de feromonas. Los tratamientos químicos crean resistencias. | A lo largo del año.                     |
| Psilas          | Insecticidas como imidacloprid y flufenoxuron.                      | Final de primavera y durante el verano. |
| Cochinillas     | Insecticidas como piriproxifen. Muerte natural en invierno.         | Cuando se vean las orugas.              |
| Escarabajillo   | Insecticidas de ingestión y contacto.                               | A partir del mes de mayo.               |
| Castañeta       | Lucha biológica e insecticidas de contacto.                         | A partir del mes de mayo.               |

Es posible que al instaurar una cubierta vegetal se produzca una proliferación de roedores, en ese caso se optará por la lucha biológica mediante enemigos naturales existentes en el entorno, tales como culebras, zorros, rapaces, entre muchos otros.

### 6.2. ENFERMEDADES.

**Tabla 2: Principales enfermedades, tratamiento y época de aplicación. Fuente: Elaboración propia.**

| ENFERMEDAD   | PRODUCTO                                             | ÉPOCA DE APLICACIÓN                       |
|--------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Botriosfera  | Fungicidas a base de azoxistrobin o trifloxistrobin. | Desde mediados de primavera a la cosecha. |
| Verticilosis | Desinfección del suelo. Portainjertos tolerantes.    | Durante toda la vida de la plantación.    |
| Alternaria   | Fungicidas a base de azoxistrobin o clortalonil.     | Durante todo el ciclo productivo.         |
| Roya         | Fungicidas a base de flusilazol o difenoconazol.     | Finales de primavera comienzo de verano.  |
| Septoria     | Fungicidas a base de trifloxistrobin o azoxistrobin. | Durante la estación de crecimiento.       |

## 7. MANEJO DE APEROS Y FITOSANITARIOS.

La sanidad ha de ser prioritaria por lo que se prestará especial atención a la limpieza y desinfección de las herramientas de poda para evitar contagios y propagación de plagas y enfermedades. Además los aperos utilizados para el laboreo y los tratamientos, así como el tractor, deberán ser lavados y desinfectados cuidadosamente para evitar la diseminación de los patógenos.

En este caso se van a realizar los tratamientos con un atomizador movido por la toma de fuerza del tractor, esta máquina estará perfectamente calibrada para aplicar la dosis de producto adecuada. La dosis de producto será aplicada en función de las especificaciones del producto así como del momento del cultivo, para evitar efectos secundarios. Hay que tener en cuenta que el promotor, el cual dispone del carnet pertinente para la realización de estos tratamientos, será el encargado de realizar esta labor.

## **ANEJO XII: DISEÑO DEL RIEGO**

## ÍNDICE

|         |                                                                          |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.      | INTRODUCCIÓN.                                                            | 4  |
| 2.      | SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO.                                                | 4  |
| 3.      | SONDEO.                                                                  | 5  |
| 4.      | DISEÑO AGRONÓMICO.                                                       | 7  |
| 4.1.    | CÁLCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS POR EL MÉTODO DE<br>BLANEY-CRIDDLEY. | 7  |
| 4.1.1.  | NECESIDADES NETAS MENSUALES DEL CULTIVO.                                 | 9  |
| 4.1.2.  | CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES MENSUALES.                            | 10 |
| 4.2.    | CÁLCULO DEL NÚMERO DE EMISORES.                                          | 12 |
| 4.2.1.  | CARACTERÍSTICAS DE LOS EMISORES:                                         | 12 |
| 4.2.2.  | BULBO HÚMEDO.                                                            | 12 |
| 4.2.3.  | NÚMERO DE GOTEROS.                                                       | 14 |
| 4.3.    | INTERVALO Y FRECUENCIA DE RIEGOS.                                        | 14 |
| 4.4.    | CÁLCULO DE LA DOSIS DE RIEGO.                                            | 15 |
| 4.5.    | CALENDARIO DE RIEGOS.                                                    | 16 |
| 4.6.    | RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO (RDC).                                      | 17 |
| 5.      | DISEÑO HIDRÁULICO.                                                       | 18 |
| 5.1.    | SECTORES DE RIEGO.                                                       | 18 |
| 5.2.    | TUBERÍAS PORTAGOTEROS.                                                   | 19 |
| 5.2.1.  | LÍNEA DE PLANTACIÓN 1.                                                   | 20 |
| 5.2.2.  | LÍNEA DE PLANTACIÓN 2.                                                   | 23 |
| 5.2.3.  | LÍNEA DE PLANTACIÓN 3.                                                   | 25 |
| 5.2.4.  | LÍNEA DE PLANTACIÓN 4.                                                   | 26 |
| 5.2.5.  | LÍNEA DE PLANTACIÓN 5.                                                   | 28 |
| 5.2.6.  | LÍNEA DE PLANTACIÓN 6.                                                   | 29 |
| 5.2.7.  | LÍNEA DE PLANTACIÓN 7, 8 y 9.                                            | 31 |
| 5.2.8.  | LÍNEA DE PLANTACIÓN 10.                                                  | 33 |
| 5.2.9.  | LÍNEA DE PLANTACIÓN 11.                                                  | 33 |
| 5.2.10. | LÍNEA DE PLANTACIÓN 12.                                                  | 35 |
| 5.2.11. | LÍNEA DE PLANTACIÓN 13.                                                  | 35 |
| 5.2.12. | LÍNEA DE PLANTACIÓN 14.                                                  | 36 |
| 5.2.13. | LÍNEA DE PLANTACIÓN 15.                                                  | 38 |
| 5.2.14. | LÍNEA DE PLANTACIÓN 16.                                                  | 40 |
| 5.2.15. | LÍNEA DE PLANTACIÓN 17.                                                  | 41 |
| 5.2.16. | LÍNEA DE PLANTACIÓN 18.                                                  | 43 |

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 5.2.17. TUBERÍA ELEGIDA.....                       | 45 |
| 5.3. TUBERÍAS SECUNDARIAS.....                     | 45 |
| 5.3.1. TUBERÍA SECUNDARIA SECTOR 1.....            | 46 |
| 5.3.2. TUBERÍA SECUNDARIA SECTOR 2.....            | 47 |
| 5.3.3. TUBERÍA ELEGIDA.....                        | 48 |
| 5.4. TUBERÍA PRINCIPAL.....                        | 48 |
| 5.5. TUBERÍA DE ASPIRACIÓN.....                    | 49 |
| 5.4. EQUIPO DE RIEGO. ....                         | 49 |
| 5.4.1. CABEZAL DE RIEGO.....                       | 49 |
| 5.4.2. CÁLCULO DE LA BOMBA. ....                   | 53 |
| 5.4.3. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA. ....            | 54 |
| 6. ENERGÍA FOTOVOLTAÍCA PARA EL RIEGO. ....        | 55 |
| 6.1. CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES NECESARIOS..... | 55 |
| 6.2. CÁLCULO DEL RESTO DE COMPONENTES. ....        | 56 |
| 6.3. SELECCIÓN DEL CABLEADO.....                   | 57 |
| 6.3.1. CONEXIÓN PLACAS SOLARES-INVERSOR.....       | 57 |
| 6.3.2. CONEXIÓN INVERSOR-BOMBA.....                | 59 |
| 6.4. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....           | 60 |
| 7. EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN.....                   | 60 |
| 7.1. DEPÓSITOS DE ABONO. ....                      | 60 |
| 7.2. INYECTOR DE ABONO.....                        | 60 |
| 8. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN. ....           | 61 |



## **1. INTRODUCCIÓN.**

Esta plantación se establece en régimen de regadío por diferentes motivos. El primero de ellos se encuentra relacionado con la existencia de un punto de agua en la parcela que asegura el abastecimiento de agua continuo durante los momentos de máximas necesidades. Otro de los motivos principales es el deseo de producir una mayor cantidad de frutos, siendo estos de mayor tamaño y calidad que los obtenidos en el régimen de secano. Además, tras valorar el estudio climático puede determinarse que es necesario realizar el aporte de agua de riego en diferentes momentos.

El pistacho es una especie originaria de zonas áridas, por lo que sus requerimientos en cuanto a dosis y frecuencia de riego no van a ser excesivas, siendo mayores en los momentos de formación de los frutos, cuando será necesario aportar el agua de riego.

Tras el diseño del riego y de toda la red necesaria se realizará el diseño del equipo de fertirrigación. El agua, tal y como se ha comentado en varios apartados, se va a extraer de un pozo existente en la parcela, del cual se exponen sus características más adelante.

## **2. SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO.**

Existen numerosos sistemas de riego pero pueden agruparse en tres grandes grupos: el riego a pie o manta, el riego por aspersión y el riego localizado.

El riego a pie se basa en el desplazamiento del agua por gravedad por el interior de la parcela o la plantación, donde habitualmente se realizan surcos para la conducción de esta. En este tipo de riego no se tiene un control del caudal ni de la presión puesto que disminuyen a medida que avanza sobre la parcela. En este sistema de riego se producen unas pérdidas de agua por escorrentía superficial elevadas, incrementando la erosión del suelo. Es el método más tradicional pero conlleva una eficiencia muy baja, entorno al 30-50%, ocasionando unos consumos elevados de agua y una distribución variable en función de la parcela. Sin embargo, se trata de un sistema de riego de bajo coste, pues no precisa de gran inversión.

El riego por aspersión es otro sistema de riego que consiste en aplicar el agua en forma de lluvia mediante unos emisores especiales denominados aspersores. El agua llega hasta los aspersores con una presión determinada, la cual es empujada hacia un orificio de salida pequeño, creando un flujo de agua similar a la lluvia, de gran uniformidad. Este sistema se puede regular variando el radio de alcance y el caudal más adecuado. Se trata de un sistema muy versátil, con un reparto muy homogéneo del agua y sin necesidad de nivelación previa; además la eficiencia se encuentra entorno al 80%, disminuyendo en gran medida el consumo de agua. Pese a ello, este sistema se encuentra limitado en días de fuertes rachas de viento, ocasionando una distribución muy poco uniforme. Este sistema requiere de una inversión inicial mayor que el riego a manta, puesto que necesita un grupo de bombeo y gran cantidad de tuberías y emisores.

El último tipo de riego es el riego localizado, dentro de este sistema el más común y extendido es el riego por goteo. Este riego se caracteriza por la aplicación del agua de riego en una zona concreta, coincidiendo con la zona de mayor absorción de los

vegetales. Este sistema consta de un sistema de tuberías en las que se adaptan una serie de emisores, denominados goteros, emitiendo la dosis de riego gota a gota durante un tiempo más prolongado. Este sistema implica una alta frecuencia de aplicación, lo que repercute positivamente en el suelo, estando el mayor tiempo posible a capacidad de campo y absorbiendo los vegetales más cantidad de agua.

Este sistema requiere de una inversión inicial elevada, siendo necesario adquirir una gran cantidad de tuberías, filtros, válvulas, emisores y un equipo de bombeo; pese a ello la eficiencia se establece en el 90-95% y el consumo de agua es menor, siendo el sistema más apropiado de cara al aprovechamiento de los recursos hídricos.

Para la realización de este proyecto se va a implantar el sistema de riego por goteo por las siguientes razones:

- Posibilidad de incorporar un sistema de fertirrigación.
- Ahorro de agua.
- Menores necesidades del equipo de bombeo, siendo este de menor potencia.
- Mayor eficiencia de riego.
- Disminución de la propagación de plagas y enfermedades.
- Menor proliferación de vegetación adventicia.

### **3. SONDEO.**

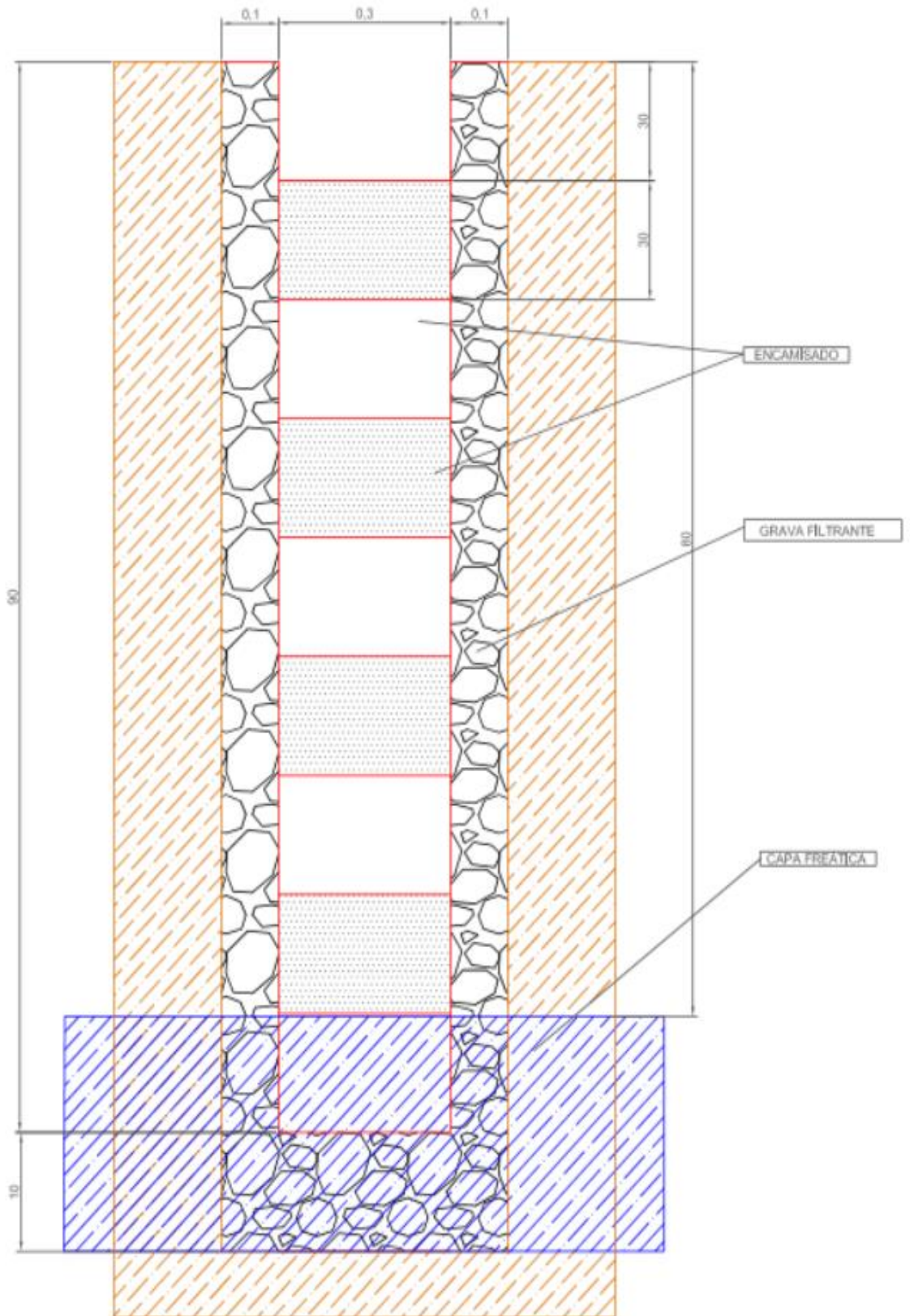
El sondeo realizado en la parcela fue llevado a cabo en el año 2014 y se encuentra legalizado en la confederación hidrográfica del Tajo y en la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

El pozo se encuentra ubicado en la zona Noreste de la plantación, tal y como se representa en el Plano Nº3: Distribución de parcelas. La calidad del agua ha sido estudiada mediante un análisis en laboratorio y queda reflejada en el Anejo IV: Calidad del agua de riego. Las características de este pozo o sondeo son las siguientes:

- La profundidad total perforada es de 100m.
- El diámetro total de la perforación es de 50cm.
- De los 100m perforados únicamente se encamisaron los 90 primeros.
- El diámetro una vez encamisado es de 30cm, quedando un hueco de 10cm por cada lateral entre el terreno y el encamisado. Este hueco se rellena con grava, la cual va a actuar como filtro.
- El encamisado no es totalmente liso, sino que se intercalan tramos de tubo poroso con tubo liso, lo que favorece la infiltración de agua hacia el interior del pozo.
- Existe una capa freática subterránea a 80m que asegura un buen caudal.

La estructura del pozo se representa en la siguiente ilustración:

Ilustración 1: Estructura del sondeo. Fuente: Elaboración propia.



En el interior del pozo se instalará una bomba y una tubería para la extracción del agua, el cálculo de la bomba y las tuberías se realiza en el apartado del diseño hidráulico, por lo que será expuesto en este anejo.

Pese a cumplir con la legalidad vigente, el pozo se encuentra protegido por una tapa y sobre ella existe una tapa bloqueada con un candado, de esta manera es únicamente el propietario de la parcela el que puede acceder a él, evitándose así riesgos hacia las personas o la fauna.

## 4. DISEÑO AGRONÓMICO.

En el diseño agronómico se va a llevar a cabo el cálculo de las necesidades netas y totales de riego del cultivo principalmente, así como el número de emisores por árbol, la distancia entre ellos y su caudal, el intervalo entre riegos, la duración y la dosis de riego. Por último se considerará la creación de dos sectores, de manera que se facilitará la operación.

### 4.1. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS POR EL MÉTODO DE BLANEY-CRIDDLEY.

Para el cálculo de las necesidades hídricas de la plantación se va a calcular la evapotranspiración o ETP por el método de Blaney-Criddle al cual se le aplica una corrección impuesta por la FAO. Este método se considera como más actual y por lo tanto más válido ya que ha sido modificado por este organismo.

Este cálculo ha sido realizado en el Anejo: Estudio climático y a continuación se exponen los resultados obtenidos. Para el cálculo primeramente se recurre a la temperatura media y al porcentaje de insolación, obteniendo de esta manera la evapotranspiración de referencia, ETo. Esta evapotranspiración de referencia se basa en un cultivo de referencia, por lo que habrá que aplicarle un coeficiente de consumo, Kc, propio del pistachero. Este coeficiente es variable en función de las necesidades hídricas a lo largo del año. A continuación se expone la tabla con el cálculo de la evapotranspiración del cultivo del pistachero.

**Tabla 1: Cálculo de la evapotranspiración según el método de Blaney-Criddle. Fuente: Elaboración propia.**

|                        | Tmmes | p    | Eto             | Kc Pistacho | ETC             |
|------------------------|-------|------|-----------------|-------------|-----------------|
| <b>ENERO</b>           | 2,81  | 0,21 | 1,979068        | 0           | 0               |
| <b>FEBRERO</b>         | 3,39  | 0,24 | 2,325824        | 0           | 0               |
| <b>MARZO</b>           | 6,41  | 0,27 | 2,991636        | 0           | 0               |
| <b>ABRIL</b>           | 8,65  | 0,3  | 3,63224         | 0,25        | 0,90806         |
| <b>MAYO</b>            | 11,78 | 0,33 | 4,471104        | 0,8         | 3,5768832       |
| <b>JUNIO</b>           | 17,21 | 0,34 | 5,45532266<br>7 | 1,13        | 6,16451461<br>3 |
| <b>JULIO</b>           | 20,73 | 0,33 | 5,83022         | 1,19        | 6,9379618       |
| <b>AGOSTO</b>          | 20,24 | 0,31 | 5,406524        | 1,16        | 6,27156784      |
| <b>SEPTIEMBR<br/>E</b> | 16,73 | 0,28 | 4,43165333<br>3 | 0,93        | 4,1214376       |
| <b>OCTUBRE</b>         | 12,25 | 0,25 | 3,44086666      | 0,56        | 1,92688533      |

|                  |      |      |          |      |          |
|------------------|------|------|----------|------|----------|
|                  |      |      | 7        |      | 3        |
| <b>NOVIEMBRE</b> | 6,20 | 0,22 | 2,41604  | 0,35 | 0,845614 |
| <b>DICIEMBRE</b> | 3,48 | 0,21 | 2,043468 | 0    | 0        |

Según indica la tabla, las necesidades hídricas, y por lo tanto los momentos en los que hay que aportar agua de riego son desde el mes de abril hasta noviembre. Sin embargo, únicamente se regara hasta el mes de octubre para no posponer la entrada en parada vegetativa invernal. Puesto que estos datos, en mm, son diarios a continuación se exponen las necesidades hídricas totales de cada uno de los meses.

**Tabla 2: Evapotranspiración mensual. Fuente: Elaboración propia.**

| Mes              | ABRIL | MAYO   | JUNIO  | JULIO  | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|------------------|-------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|
| ETc mensual (mm) | 27,24 | 110,88 | 184,93 | 215,07 | 194,42 | 123,64     | 59,73   |

De esta manera cabe destacar que julio es el mes en el que más necesidades existen, alcanzando una cifra de 215,07mm. Estos datos son teóricos e ideales por lo que habrá que aplicarles una serie de coeficientes que se exponen a continuación:

**Factor de localización ( $K_L$ ):** El factor de localización es un valor para aplicar a la evapotranspiración que hace referencia al área que sombrea el cultivo. Para el cálculo de esta superficie se utiliza la siguiente fórmula:

$$A = \frac{P_{rh}}{M}$$

Dónde A es la fracción de la superficie del suelo sombreada por el cultivo en el solsticio de verano, con respecto a la superficie total;  $P_{rh}$  es la proyección horizontal de la vegetación calculada como  $\pi \cdot r^2$  siendo r el radio del árbol; y M el marco de plantación. De esta manera se calcula A como:

$$A = \frac{\pi * 2^2}{7 * 5} = 0,36 \rightarrow 36\%.$$

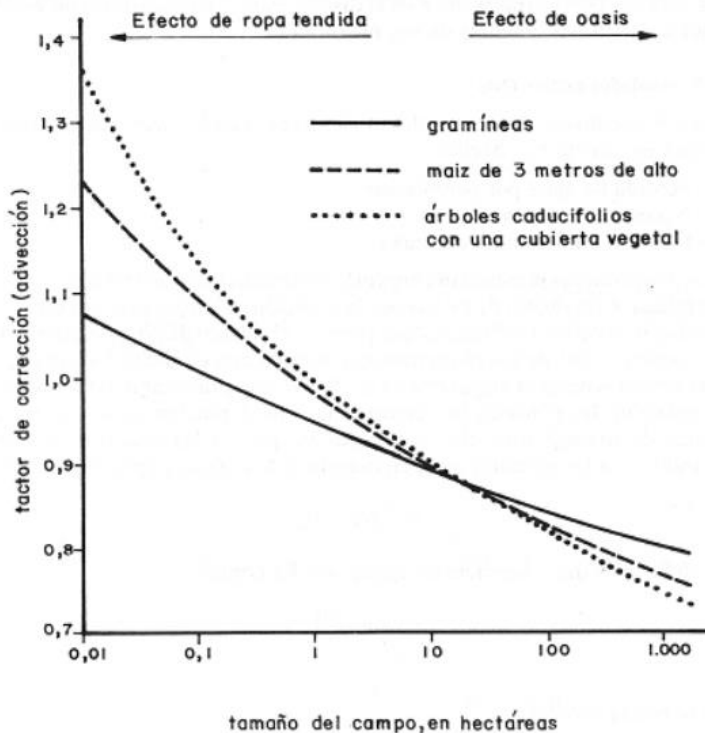
A partir del valor de A se ha de calcular el factor de localización, para ello habrá que considerar el método de cuatro autores diferentes, desechando los valores más extremos y tomando como válido el promedio de los otros dos.

- Aljibury et al.:  $K_L = 1,35 * A = 1,35 * 0,36 = 0,49$ .
- Decroix:  $K_L = 0,1 + A = 0,1 + 0,36 = 0,46$ .
- Hoare et al.:  $K_L = A + 0,5 * (1 - A) = 0,36 + 0,5 * (1 - 0,36) = 0,68$ .
- Keller:  $K_L = A + 0,15 * (1 - A) = 0,36 + 0,15 * (1 - 0,36) = 0,46$ .

De esta manera y desechando los valores extremos se obtiene como promedio un valor de  $K_L=0,475$ , que será el primer coeficiente a aplicar a los valores de evapotranspiración.

**Factor de variación climática ( $K_a$ ):** el valor de la evapotranspiración está calculado en función de unas necesidades medias, por lo que no durante todos los años estos valores satisfacen las necesidades. Por ello hay que aplicar un valor o factor que incrementa el valor final. En este caso, y puesto que se trata de riego por goteo se establecerá un valor entre 1,15 y 1,20, dado que el volumen del suelo mojado es reducido se tomará como factor de variación climática 1,20.

**Factor de variación por advección ( $K_v$ ):** Es necesario aplicar una corrección que varía en función del tipo de cultivo y de la superficie de cultivo, para ello se toma el valor del siguiente gráfico:



**Gráfico 1: Factor de corrección por advención. Fuente: Universidad de Sevilla (ocwus.us.es).**

En esta gráfica, y considerando una superficie de 4ha y para la línea correspondiente a “árboles caducifolios con una cubierta vegetal”, el valor obtenido sería muy cercano a uno, tomando como valor para el factor de corrección por advención 0,95.

#### 4.1.1. NECESIDADES NETAS MENSUALES DEL CULTIVO.

En este apartado se va a llevar a cabo el cálculo de las necesidades netas mensuales del cultivo ( $N_n$ ), para ello se realiza una tabla en la que se indican los diferentes factores de corrección y el valor final de cada mes.

**Tabla 3: Cálculo de las necesidades netas del pistachero. Fuente: Elaboración propia.**

| Mes                          | ABRIL | MAYO   | JUNIO  | JULIO  | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|
| <b>Etc</b>                   | 27,24 | 110,88 | 184,93 | 215,07 | 194,42 | 123,64     | 59,73   |
| <b>KL</b>                    | 0,475 | 0,475  | 0,475  | 0,475  | 0,475  | 0,475      | 0,475   |
| <b>Ka</b>                    | 1,2   | 1,2    | 1,2    | 1,2    | 1,2    | 1,2        | 1,2     |
| <b>Kr</b>                    | 0,95  | 0,95   | 0,95   | 0,95   | 0,95   | 0,95       | 0,95    |
| <b>(N<sub>n</sub>) en mm</b> | 14,75 | 60,04  | 100,14 | 116,46 | 105,28 | 66,95      | 32,34   |

Pese a ello, para la estimación real de las necesidades netas habría que tener en cuenta una serie de aportes que se describen a continuación. El primero de ellos son las precipitaciones, estas se producen de manera fortuita y puntual durante la época estival, por lo que es difícil predecir tanto su cuantía como su momento, además el aporte de agua de estas precipitaciones no suele ser significativo. Otro de los aspectos a considerar es el aporte capilar, el cual no será importante porque no existen capas freáticas próximas a la superficie explorada por las raíces. El último a tener en cuenta es la variación de almacenamiento de agua en el suelo, la cual es insignificante puesto que se trata de riegos de alta frecuencia.

De esta manera, al no considerar estos últimos factores  $N_n = N_N$ .

#### **4.1.2. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES MENSUALES.**

Una vez calculadas las necesidades netas se puede proceder al cálculo de las necesidades totales, para ello se aplicará a  $N_N$  una serie de factores de corrección correspondientes a las necesidades de lavado de las sales, a las pérdidas por percolación y a la falta de uniformidad del riego. Para el cálculo de las necesidades totales se sigue la siguiente fórmula:

$$N_T = \frac{N_N}{(1 - K) * CU}$$

Dónde  $N_N$  corresponde a las necesidades netas calculadas anteriormente;  $CU$  es el coeficiente de uniformidad del riego por goteo; y  $K$  se calculará de dos maneras, tomando el mayor valor de ambas.

El primer método de cálculo de  $K$  se corresponde con la siguiente fórmula:  $K = 1 - E_a$  dónde  $E_a$  es la eficacia de aplicación del agua de riego, que varía en función de las pérdidas por percolación. Los valores de  $E_a$  se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 4: Valores de Eficiencia de la aplicación (Ea) del riego en sistemas de riego por goteo. Fuente: Programación del riego con tensiómetros. Alejandro M. de la Fuente.**

| Profundidad de las raíces (m) | TEXTURA            |         |       |      |
|-------------------------------|--------------------|---------|-------|------|
|                               | Muy porosa (grava) | 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               | 0.95    | 1.00  | 1.00 |

En este caso, considerando una profundidad de raíces entre 0,75 y 1,5m y una textura media, el valor del coeficiente  $E_a$  es de 0,95. A partir de este valor se calcula K:

$$K = 1 - E_a = 1 - 0,95 = 0,05.$$

Ahora se calcula K mediante el segundo método, el cual sigue la siguiente fórmula  $K = LR$ ; dónde LR se calcula de la siguiente manera:

$$LR = \frac{CE_i}{2CE_e}$$

Dónde  $CE_i$  es la conductividad eléctrica del agua de riego y  $CE_e$  es un valor que ocasiona una bajada importante del rendimiento productivo por un valor del 0% de salinidad. El valor de la conductividad eléctrica del agua, obtenida en el análisis de aguas incluido en el anejo : , toma un valor de 1,34mmhos/cm. El valor que ocasiona esa bajada de rendimiento, para el cultivo del pistachero, se establece en cualquier valor menor a 4mmhos/cm, por lo que se tomará un valor de 3mmhos/cm.

Con estos datos se procede al cálculo:

$$K = LR = \frac{CE_i}{2CE_e} = \frac{1,34}{2 * 3} = 0,223$$

Puesto que hay que escoger un valor de K, en este caso se toma el segundo, puesto que es superior al primero.

A partir de estos cálculos ya se puede desarrollar la fórmula inicial de las necesidades totales, tomando un coeficiente de uniformidad para el riego de 0,9. Los resultados mensuales de estos cálculos se incluyen en la siguiente tabla:

**Tabla 5: Cálculo de las necesidades totales mensuales del pistachero. Fuente: Elaboración propia.**

| Mes                                        | ABRIL | MAYO   | JUNIO  | JULIO  | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|--------------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|
| <b>Etc</b>                                 | 27,24 | 110,88 | 184,93 | 215,07 | 194,42 | 123,64     | 59,73   |
| <b>KL</b>                                  | 0,475 | 0,475  | 0,475  | 0,475  | 0,475  | 0,475      | 0,475   |
| <b>Ka</b>                                  | 1,2   | 1,2    | 1,2    | 1,2    | 1,2    | 1,2        | 1,2     |
| <b>Kr</b>                                  | 0,95  | 0,95   | 0,95   | 0,95   | 0,95   | 0,95       | 0,95    |
| <b>N<sub>n</sub> en l</b>                  | 14,75 | 60,04  | 100,14 | 116,46 | 105,28 | 66,95      | 32,34   |
| <b>N<sub>T</sub> en l/m<sup>2</sup> al</b> | 21,09 | 85,86  | 143,20 | 166,54 | 150,55 | 95,74      | 46,25   |



| mes |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|--|--|--|--|--|--|--|
|-----|--|--|--|--|--|--|--|

Estas serán las necesidades por cada metro cuadrado, por lo tanto habrá que tener en cuenta los metros cuadrados ocupados por cada árbol, por lo tanto este valor se multiplicará por el marco de plantación, obteniendo así los mm necesarios por árbol. Además se va a realizar la división entre el número de días del mes, para obtener las necesidades diarias.

**Tabla 6: Necesidades diarias por árbol. Fuente: Elaboración propia.**

| Mes         | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|-------------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|
| l/día-árbol | 0,82  | 3,13 | 5,57  | 6,07  | 5,48   | 3,72       | 1,68    |

## 4.2. CÁLCULO DEL NÚMERO DE EMISORES.

Las necesidades calculadas anteriormente deben ser cubiertas mediante la aplicación del agua de riego en los emisores. Para ello habrá que calcular el número de emisores necesarios, las características de estos y la forma en que estarán dispuestos alrededor del árbol.

### 4.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS EMISORES:

Los emisores utilizados, en este caso goteros, facilitan la salida constante y controlada de agua a través de ellos.

Los goteros a utilizar garantizan un caudal de 8l/h, se escogen goteros de mayor caudal que los habituales por la disponibilidad de agua. Dentro de la totalidad de los goteros existentes en el mercado se van a utilizar goteros autocompensantes dado que el régimen de agua va a ser turbulento, tal y como se verá en el dimensionado de las tuberías. Este tipo de goteros son ideales para instalaciones largas y zonas escarpadas, facilitando el mantenimiento constante del flujo de agua. Los goteros tienen que tener las siguientes características:

- Garantizar un caudal uniforme y constante.
- Coste mínimo.
- Buenos materiales, con resistencia a la obturación.
- Resistencia a los abonos y fertilizantes líquidos.
- Facilidad de reemplazo.
- Baja pérdida de carga.

### 4.2.2. BULBO HÚMEDO.

Para el cálculo del número de goteros y de los demás parámetros del riego es necesario conocer el bulbo húmedo o porcentaje de suelo que es mojado a nivel radicular. Para conocer este porcentaje se utiliza una tabla.

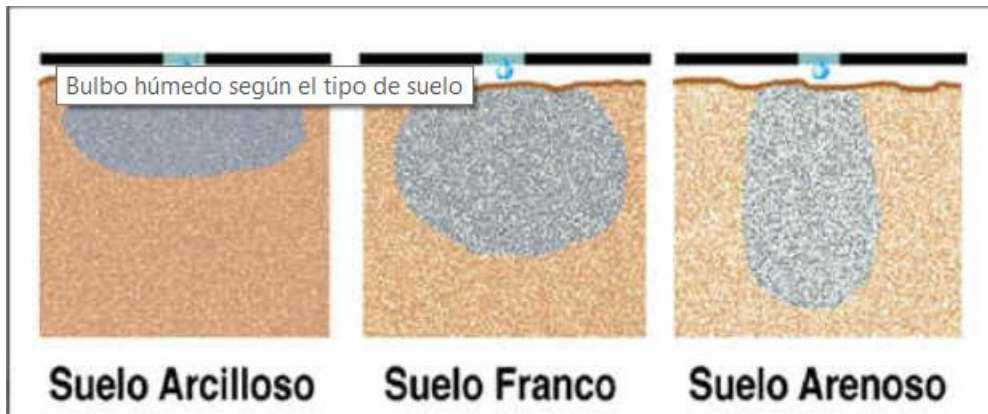
**Tabla 7: porcentaje mojado en función del marco de plantación. Fuente: J.L. Fuentes Yagüe.**

| Marco de plantación | % de superficie mojada |
|---------------------|------------------------|
| Amplio              | 25-30%                 |
| Medio               | 40-60%                 |

|           |        |
|-----------|--------|
| Hortícola | 70-90% |
|-----------|--------|

Según esta tabla y considerando el marco de plantación como amplio, el porcentaje de superficie mojada se establece en un 25%. Para calcular el área mojada por emisor habrá que estimar el bulbo húmedo a generar, el cual varía en función del tipo de suelo principalmente.

**Ilustración 2: Diferentes tipos de bulbo húmedo en función de la textura del suelo.**  
Fuente: [www.elriego.com](http://www.elriego.com)



En nuestro caso el bulbo húmedo estará a mitad de camino entre el suelo franco y arcilloso. Pese a ello, para una mejor determinación del bulbo húmedo se puede seguir el método propuesto por Pizarro en 1985:

$$0,9Pr < Pb < 1,20Pr$$

Dónde Pr es la profundidad de las raíces, para lo cual se estima una profundidad máxima de 150cm; y Pb es la profundidad del bulbo húmedo. Considerando esto se obtiene:

$$0,9 * 1,5 < Pb < 1,20 * 1,5 \rightarrow 1,35 < Pb < 1,8 \rightarrow Pb = 1,20 - 1,35m$$

Ya estimada la profundidad del bulbo húmedo, comprendido entre 1,2m y 1,35m se estima el radio del bulbo húmedo a partir de la siguiente tabla.

**Tabla 8: Relación entre el radio y la profundidad del bulbo húmedo. Fuente: Pizarro (1985).**

| Radio (m) | Profundidad (m) |
|-----------|-----------------|
| 0,25      | 0,30            |
| 0,33      | 0,39            |
| 0,40      | 0,50            |
| 0,59      | 0,63            |
| 0,76      | 0,69            |
| 0,80      | 0,90            |
| 0,83      | 1,05            |
| 0,86      | 1,22            |
| 0,90      | 1,40            |
| 0,91      | 1,60            |

Como la profundidad del bulbo húmedo varía entre 1,2m y 1,35m se toma una profundidad de 1,22m y un radio de 0,86m.

Con estos valores, que son los que más se ajustan a la realidad, se calcula el área mojada por cada emisor o gotero de la siguiente manera:

$$\text{Área Mojada (Ae)} = \pi * r^2 = \pi * 0,86^2 = 2,32m^2.$$

### 4.2.3. NÚMERO DE GOTEROS.

Para el cálculo del número de goteros por planta se sigue la siguiente fórmula:

$$e \geq \frac{Sp * P}{100 * Ae}$$

Dónde:

- e: número de emisores, goteros en este caso, por árbol.
- Sp: Superficie ocupada por el árbol, que se corresponde con el marco de plantación.
- P: porcentaje de superficie mojada. Existen diferentes valores de P, los mayores garantizan una mayor seguridad en condiciones adversas o problemáticas, sin embargo encarecen de manera notable el coste de la instalación. En este caso se considera un valor de P del 25%.
- Ae: Área mojada por el emisor.

Sustituyendo los valores obtenidos anteriormente se desarrolla la fórmula de la siguiente manera:

$$e \geq \frac{7x5 * 25}{100 * 2,32} = 3,77 \frac{\text{goteros}}{\text{árbol}}.$$

Según esta fórmula se obtiene una necesidad de instalar 3,77 goteros a cada árbol, como este valor es imposible cumplirlo se escoge el valor entero superior, siendo necesarios por lo tanto 4 goteros por cada árbol.

### 4.3. INTERVALO Y FRECUENCIA DE RIEGOS.

Es preciso el cálculo del intervalo entre riegos, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$I = \frac{e * Ve}{Nt * a * b}$$

Dónde:

- I: Intervalo entre riegos, en días.
- e: Número de goteros por árbol.
- Ve: Volumen de agua aportado por el gotero.
- Nt: Necesidades totales diarias, calculadas anteriormente.
- a\*b: Marco de plantación.

Para la aplicación de esta fórmula se realiza una hoja Excel, obteniendo los siguientes resultados, representados en la siguiente tabla:

**Tabla 9: Intervalo de riegos. Fuente: Elaboración propia.**

|                        | ABRIL  | MAYO  | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|
| (NT) en mm             | 0,82   | 3,13  | 5,57  | 6,07  | 5,48   | 3,72       | 1,68    |
| Intervalo entre riegos | 13,375 | 3,509 | 1,970 | 1,809 | 2,001  | 2,947      | 6,513   |

Para calcular el tiempo necesario de riego se sigue la siguiente fórmula:

$$T = \frac{Nt}{dosis} * I = \frac{Nt}{e * Qe} * I$$

Dónde:

- I: Intervalo entre riegos.
- Nt: Necesidades hídricas en l/árbol y día.
- e: Goteros/árbol.
- Qe: Caudal de cada gotero, en l/h.

Al igual que en el caso anterior, se realiza el cálculo en una hoja Excel obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

**Tabla 10: Cálculo del tiempo de riego. Fuente: Elaboración propia.**

| Mes           | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|---------------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|
| l/árbol y día | 0,82  | 3,13 | 5,57  | 6,07  | 5,48   | 3,72       | 1,68    |
| e             | 4     | 4    | 4     | 4     | 4      | 4          | 4       |
| Qe            | 4     | 4    | 4     | 4     | 4      | 4          | 4       |
| I             | 13,38 | 3,51 | 1,97  | 1,81  | 2      | 2,95       | 6,95    |
| T(h)          | 0,05  | 0,2  | 0,35  | 0,38  | 0,34   | 0,23       | 0,11    |

Tal y como era de esperar, los mayores tiempos de riego se registran en los meses de mayores necesidades, coincidiendo con la época estival.

#### **4.4. CÁLCULO DE LA DOSIS DE RIEGO.**

La dosis de riego es el volumen de agua a aportar al suelo para compensar las necesidades del cultivo entre los diferentes intervalos de riego. Una vez calculados los demás parámetros de riego habrá que calcular la dosis de riego para cada árbol. Para el cálculo de la dosis hay que tener en cuenta el número de goteros por árbol y su caudal, aplicando además la duración del riego. De esta manera, la dosis de riego se calcula como:

$$Dosis\ de\ Riego = e * Qe * T$$

Dónde:

- e: Número de goteros por árbol, en este caso 4goteros/árbol.
- Qe: Caudal de cada gotero, en este caso 4l/h.
- T: La duración del riego en horas.

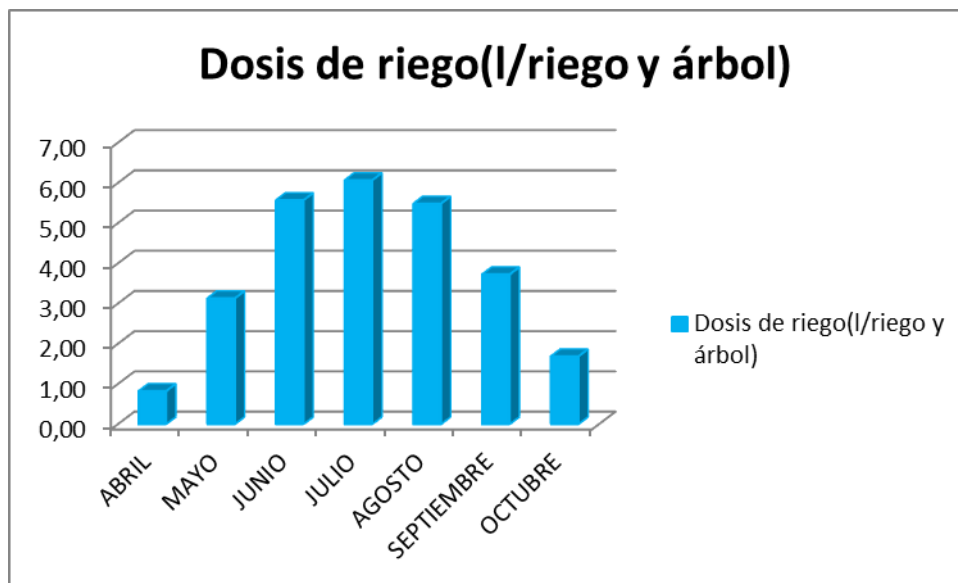
Estos cálculos se presentan en la siguiente tabla, en la que se expresa las diferentes dosis, expresadas en litros por riego y árbol. Además, en el gráfico 2 se representa cómo evoluciona la dosis de riego durante el periodo del año en el que es necesario realizar aportes de agua; en ella se puede ver como las máximas dosis se registran en los meses de máximas necesidades.

**Tabla 11: Cálculo de la dosis de riego. Fuente: Elaboración propia.**

| Mes            | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|----------------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|
| e              | 4     | 4    | 4     | 4     | 4      | 4          | 4       |
| Qe(l/h)        | 4     | 4    | 4     | 4     | 4      | 4          | 4       |
| T(h)           | 0,05  | 0,2  | 0,35  | 0,38  | 0,34   | 0,23       | 0,11    |
| Dosis de riego | 0,82  | 3,13 | 5,57  | 6,07  | 5,48   | 3,72       | 1,68    |

Tal y como era de esperar, el valor obtenido de la dosis de riego coincide con el valor de las necesidades del cultivo calculado anteriormente, por lo tanto estos valores son correctos.

**Gráfico 2: Evolución de la dosis de riego.**



**Gráfico 3: Evolución de la dosis de riego. Fuente: Elaboración propia.**

#### 4.5. CALENDARIO DE RIEGOS.

En este apartado se realiza una tabla a modo de resumen en el que se establece un calendario de riegos para la plantación de pistacheros propuesta.

**Tabla 12: Calendario de riegos anual de la plantación. Fuente: Elaboración propia.**

| Mes                          | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre |
|------------------------------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|
| Intervalo entre riegos(días) | 13,5  | 3,5  | 2     | 2     | 2      | 3          | 6,5     |
| Riegos/mes                   | 2,24  | 8,84 | 15,23 | 17,14 | 15,49  | 10,18      | 4,76    |
| Duración del riego (h)       | 0,05  | 0,20 | 0,35  | 0,38  | 0,34   | 0,23       | 0,11    |
| Dosis de riego (l/árbol-día) | 0,82  | 3,13 | 5,57  | 6,07  | 5,48   | 3,72       | 1,68    |

#### **4.6. RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO (RDC).**

No es necesario llevar a cabo la satisfacción total de las necesidades de la plantación, por diversos motivos, uno de ellos está en las posibles restricciones futuro en materia del uso del agua y otro en la mejora de la calidad de los frutos.

Mientras que la plantación es joven se llevará a cabo el riego total, cubriendo todas las necesidades con el objetivo de acortar este periodo improductivo lo máximo posible. Una vez alcanzada la madurez se puede optimizar el consumo de agua mediante el riego deficitario controlado, incurriendo en un manejo del agua que ocasiona condiciones de estrés hídrico en la planta durante ciertos periodos. Llevando a cabo correctamente esta técnica se consigue no disminuir la producción, aumentando la calidad de los frutos (“Riego deficitario controlado en olivo y pistachero”. Centro Agrario “El Chaparrillo”). Para llevar a cabo esta metodología hay que conocer el ciclo anual del árbol.

- Fase I: Una vez cuajados los pistachos se produce una alta tasa de crecimiento, llegando a alcanzar casi su máximo tamaño. En el momento en el que se alcanzan los máximos diámetros del fruto se origina la transición entre la fase I y la fase II. La fase I es sensible al estrés hídrico, determinando el tamaño del fruto. pese a ello, algunos estudios e investigaciones, principalmente del CMA “El Chaparrillo” apuntan a que cierto estrés hídrico en esta fase puede aumentar el porcentaje de frutos abiertos. Esta fase se desarrolla durante los meses de abril y mayo.
- Fase II: Tras este crecimiento del fruto le sigue un periodo donde el peso fresco y el crecimiento son muy estables. Esta fase es la menos sensible al estrés hídrico, siendo la fase en la que se puede reducir el aporte de riego. Esta fase se desarrolla durante los meses junio y julio.
- Fase III: Comienza con el desarrollo del grano, por lo que es un momento en el que aumenta considerablemente el peso del fruto. Esta fase se culmina en el momento de la cosecha y se considera como la más sensible al estrés hídrico, por lo que hay que aplicar la dosis total de riego para disminuir la bajada de producción. Esta fase ocupa los meses de agosto y septiembre.
- Fase postcosecha: Tras la cosecha el árbol va entrando poco a poco en reposo. Pese a ello en esta época hay que cubrir sus necesidades puesto que es cuando recupera reservas, que condicionaran las cosechas posteriores. Sin

embargo también coincide con la época en que se registran una gran cantidad de precipitaciones, por lo que se aplicara el riego deficitario controlado. Esta fase se da principalmente en el mes de octubre.

De este modo se suele realizar un programa de riego deficitario controlando, disminuyendo la cantidad a aportar de la siguiente manera:

- -30% en abril y mayo.
- -40% en junio y julio.
- 100% en agosto y septiembre.
- -50% en octubre y noviembre.

Puesto que las cantidades a aportar son pequeñas, no se llevara a cabo una disminución de la cantidad sino que se llevaran a cabo un menor número de riegos, dejando un mayor intervalo entre estos, de esta manera. Por lo tanto, y con el objetivo de facilitar el manejo y desarrollo del riego se operara de la siguiente manera:

- Durante el periodo de abril y mayo, por cada 10 riegos se omitirá uno.
- En junio y julio, se omitirán 4 riegos de cada 10.
- En los meses de agosto y septiembre se mantendrá la dosis inicial.
- En octubre y noviembre se realizará un riego cada dos.

## 5. DISEÑO HIDRÁULICO.

### 5.1. SECTORES DE RIEGO.

Se va a realizar la creación de dos sectores de riego para facilitar y optimizar en mayor medida el riego de la plantación. Para la división de la zona de cultivo en dos se hace por criterios meramente visuales, conformando el sector de riego 1 las ocho primeras líneas de plantación empezando a contar desde la zona sur de la parcela; y estando formado por las diez restantes líneas de plantación el sector 2. La división de la zona de cultivo en sectores se representa en el Plano N°12: Sectores de riego.

Las dimensiones y el número de árboles de cada una de las líneas de plantación queda representado a continuación:

**Tabla 13: características de las líneas de plantación. Fuente: Elaboración propia.**

| SECTOR | Nº LÍNEA | LONGITUD | Nº ÁRBOLES |
|--------|----------|----------|------------|
| 1      | 1        | 300m     | 60         |
|        | 2        | 315m     | 63         |
|        | 3        | 325m     | 65         |
|        | 4        | 335m     | 67         |
|        | 5        | 345m     | 69         |
|        | 6        | 355m     | 71         |
|        | 7        | 360m     | 72         |
|        | 8        | 360m     | 72         |
| 2      | 9        | 360m     | 72         |
|        | 10       | 355m     | 71         |
|        | 11       | 350m     | 70         |

|  |    |      |    |
|--|----|------|----|
|  | 12 | 345m | 69 |
|  | 13 | 340m | 68 |
|  | 14 | 280m | 57 |
|  | 15 | 215m | 43 |
|  | 16 | 205m | 41 |
|  | 17 | 140m | 28 |
|  | 18 | 90m  | 18 |

Por lo tanto, el sector 1 comprende un total de 539 árboles, mientras que el sector 2 suma 537 árboles.

De esta manera, el sector 1 constará de 8 tuberías portagotereros de longitud máxima de 360m; siendo 10 tuberías portagotereros las del sector 2, teniendo una longitud máxima de 360m. Las tuberías portagotereros de cada sector se unirán a una tubería secundaria perpendicular a las líneas de cultivo. La tubería secundaria que abastece el agua de riego a las tuberías portagotereros del sector 1 tiene una longitud 87,98m; del mismo modo, la tubería secundaria del sector 2 tiene una longitud de 64,53m. Ambas tuberías se abastecen de la tubería primaria, la cual se extiende desde la caseta de riego hasta la unión con ambas tuberías, siendo su longitud 17,95m. Tanto la tubería principal como las tuberías secundarias se encuentran bajo tierra. La disposición de estas tuberías se representa en el plano N°13: Disposición de las tuberías.

## 5.2. TUBERÍAS PORTAGOTEROS.

Tal y como se calculó en los apartados anteriores, el número de goteros por árbol va a ser de 4, estando estos separados 1m entre sí. Además, los goteros a utilizar serán autocompensantes.

El caudal nominal del emisor (q) viene dado por la siguiente expresión:

$$q = k * H^x$$

Dónde k es el coeficiente del emisor; H es la presión nominal y x es el exponente de descarga. En este caso, y puesto que se trata de goteros autocompensantes este valor se considera 0 ya que no existe variación del caudal ante un cambio de presión, quedando por lo tanto la siguiente expresión:

$$q = k * 1$$

De esta manera el caudal del emisor se verá influido en mayor medida por el coeficiente k, por lo tanto se hace necesario fijar un valor tolerable de caída de presión para poder llevar a cabo el cálculo de los diámetros de las tuberías; en este caso se toma como valor un 4%. Al igual que con la caída de presión, también hay que establecer un valor máximo de pérdida de carga admisible que garantice la máxima uniformidad de riego. Siguiendo el criterio de Arviza se fija como valor máximo de pérdida de carga un 25%.

Con estas consideraciones se va a realizar el cálculo del diámetro requerido para las tuberías portagotereros de cada una de las líneas de plantación.



### 5.2.1. LÍNEA DE PLANTACIÓN 1.

A partir de los valores anteriores se puede realizar el cálculo del diámetro de la tubería portagoteros; para ello se realizara el cálculo del diámetro requerido y las comprobaciones sobre varios diámetros existentes en el mercado, observando si cumplen con las condiciones requeridas.

La línea de plantación número 1 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 300m.
- Número de árboles: 60.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*60 árboles= 240 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 240\*8= 960l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 2,66 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,015 = 15mm$$

El diámetro obtenido es 15mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 16mm. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

La pérdida de carga para la tubería de 25mm se calcula según la fórmula de Hazen-Wiliam:

$$h_L = \frac{10,665 * Q^{1,85}}{C_{HW}^{1,852}} * \frac{L}{D^{4,8705}}$$

Dónde:

- $h_L$  es la pérdida de carga lineal, en mca (metros de columna de agua).
- $C_{HW}$  es el coeficiente de Hazen-Wiliam para polietileno expandido, tomando un valor de 150.
- L es la longitud del tramo en metros.
- D es el diámetro del tubo en metros.
- Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s.

De este modo se obtiene la siguiente expresión:

$$h_L = \frac{10,665 * (5,33 * 10^{-4})^{1,85}}{150^{1,852}} * \frac{300}{0,020^{4,8705}} = 16,68 \text{ mca.}$$

Puesto que es un valor relativamente alto, muy cercano al límite establecido, se realiza la comprobación de la pérdida de carga si se utiliza un diámetro de tubería de 20mm. Para ello se sustituye en la fórmula anterior del mismo modo, intercambiando el valor de diámetro y se obtiene un valor de 5,19 mca.

Por lo tanto, y dado que la pérdida de carga es menor se escoge la tubería de diámetro de 20mm.

A continuación se van a realizar una serie de comprobaciones para este diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{1920}{25} = 27082,75.$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** A diferencia del cálculo anterior de la pérdida de carga, ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores ( $j'$ ). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$j' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 22,4mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 22,4^{-1,57} = 0,14.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 22,4^{-4,75} * 1920^{1,75} = 0,1.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$j' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,1(1 + 0,14)}{1} = \frac{0,114m}{100m}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagotos:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 108, obteniendo un valor de  $F = 0,365$ . L es la longitud del tramo más desfavorable y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,114 * 0,365 * 300 = 12,4 \text{ mca.}$$

La pérdida de carga total de la tubería es considerable, perdiendo en total 12,4mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias pero se va a comprobar la pérdida de carga obtenida para un diámetro inmediatamente mayor, concretamente de 32mm.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{960}{32} = 10579,2$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** A diferencia del cálculo anterior de la pérdida de carga, ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores (j'). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 29mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 29^{-1,57} = 0,09.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 29^{-4,75} * 960^{1,75} = 0,08.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,08(1 + 0,09)}{1} = \frac{0,09m}{100m}$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagoteros:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 108, obteniendo un valor de F= 0,365. L es la longitud del tramo más desfavorable y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,09 * 0,365 * 300 = 1,06 \text{ mca.}$$

Este nuevo valor de pérdida de carga obtenido para la tubería de 32mm es mucho más favorable, por lo tanto se toma como válido.

## 5.2.2. LÍNEA DE PLANTACIÓN 2.

A partir de los valores anteriores se puede realizar el cálculo del diámetro de la tubería portagoteros; para ello se realizara el cálculo del diámetro requerido y las comprobaciones sobre varios diámetros existentes en el mercado, observando si cumplen con las condiciones requeridas.

La línea de plantación número 2 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 315m.
- Número de árboles: 63.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*63 árboles= 252 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 252\*4= 1008l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 2,8 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,015 = 15mm.$$

El diámetro obtenido es 15mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 16mm, sin embargo, con la experiencia del apartado anterior se opta por la comprobación para tubería de 32mm. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

A continuación se van a realizar una serie de comprobaciones para este diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{1008}{32} = 11108,16$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** A diferencia del cálculo anterior de la pérdida de carga, ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores ( $J'$ ). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 29mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 29^{-1,57} = 0,095.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 29^{-4,75} * 1008^{1,75} = 0,09.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,09(1 + 0,095)}{1} = \frac{0,01m}{100m}$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagoteros:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 108, obteniendo un valor de F= 0,365. L es la longitud del tramo más desfavorable y  $J'$  la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,01 * 0,365 * 315 = 1,21 mca.$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 4,08mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

### 5.2.3. LÍNEA DE PLANTACIÓN 3.

Los cálculos para el dimensionado de esta línea son los siguientes:

La línea de plantación número 3 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 325m.
- Número de árboles: 65.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*65 árboles= 260 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 108\*4= 1040l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 2,88 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,015 = 15mm$$

El diámetro obtenido es 15mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 16mm. Pese a ello, y tal y como se ha hecho anteriormente se comprobará para un diámetro de tubería de 32mm, puesto que no se quiere incrementar la pérdida de carga. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{1040}{32} = 11460.$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** Ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores (j'). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de

la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 29mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 29^{-1,57} = 0,095.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 29^{-4,75} * 1040^{1,75} = 0,01.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,01(1 + 0,095)}{1} = \frac{0,011m}{100m}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagoteros:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 260, obteniendo un valor de F= 0,365. L es la longitud del tramo más desfavorable y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,011 * 0,365 * 325 = 1,32 \text{ mca.}$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 1,32mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

#### 5.2.4. LÍNEA DE PLANTACIÓN 4.

Los cálculos para el dimensionado de esta línea son los siguientes:

La línea de plantación número 4 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 335.
- Número de árboles: 67.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*67 árboles= 268 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 268\*4= 1072l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 2,9 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,0158 = 16mm$$

El diámetro obtenido es 16mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 16mm. Pese a ello, y tal y como se ha hecho anteriormente se comprobará para un diámetro de tubería de 32mm, puesto que no se quiere incrementar la pérdida de carga. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{1072}{32} = 11813,44$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** Ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores (j'). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 29mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 29^{-1,57} = 0,095.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 29^{-4,75} * 1072^{1,75} = 0,01.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,01(1 + 0,095)}{1} = \frac{0,011m}{100m}$$



- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagoteros:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 260, obteniendo un valor de  $F = 0,365$ . L es la longitud del tramo más desfavorable y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,011 * 0,365 * 335 = 1,43 \text{ mca.}$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 1,43mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

### 5.2.5. LÍNEA DE PLANTACIÓN 5.

Los cálculos para el dimensionado de esta línea son los siguientes:

La línea de plantación número 5 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 345m.
- Número de árboles: 69.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*69 árboles= 276 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal:  $276*4 = 1104\text{l/h}$ .

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en  $\text{m}^3/\text{s}$  y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 3,1 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,0163 = 16,3\text{mm}$$

El diámetro obtenido es 16,3mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 20mm. Pese a ello, y tal y como se ha hecho anteriormente se comprobará para un diámetro de tubería de 32mm, puesto que no se quiere incrementar la pérdida de carga. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{1104}{32} = 12166,08$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** Ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores (j'). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 29mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 29^{-1,57} = 0,095.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 29^{-4,75} * 1104^{1,75} = 0,011.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,011(1 + 0,095)}{1} = \frac{0,012m}{100m}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagoteros:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 260, obteniendo un valor de F= 0,365. L es la longitud del tramo más desfavorable y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,012 * 0,365 * 345 = 1,56 mca.$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 1,56mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

## 5.2.6. LÍNEA DE PLANTACIÓN 6.

Los cálculos para el dimensionado de esta línea son los siguientes:

La línea de plantación número 6 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 355m.
- Número de árboles: 71.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*71 árboles= 284 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 284\*4= 1136l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 3,15 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,0163 = 16,3mm$$

El diámetro obtenido es 16,3mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 20mm. Pese a ello, y tal y como se ha hecho anteriormente se comprobará para un diámetro de tubería de 32mm, puesto que no se quiere incrementar la pérdida de carga. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{1136}{32} = 12518,72$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** Ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores (j'). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo  $d$  el diámetro interior, que para esta tubería es de 29mm. Por lo tanto:

$$f_e = 18,91 * 29^{-1,57} = 0,095.$$

Para obtener el valor de  $J$ , pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde  $d$  es el diámetro interior de la tubería y  $q$  el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 29^{-4,75} * 1136^{1,75} = 0,011.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,011(1 + 0,095)}{1} = \frac{0,013m}{100m}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagoteros:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde  $F$  es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 284, obteniendo un valor de  $F = 0,365$ .  $L$  es la longitud del tramo más desfavorable y  $J'$  la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,013 * 0,365 * 335 = 1,68 \text{ mca.}$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 1,68mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

### 5.2.7. LÍNEA DE PLANTACIÓN 7, 8 y 9.

Los cálculos para el dimensionado de estas línea son idénticos puestos que las características de estas son iguales, encontrándose en cada una de ellas el mismo número de árboles.

Las líneas de plantación tienen las siguientes características:

- Longitud total: 360m.
- Número de árboles: 72.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*72 árboles= 288 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 288\*4= 1152l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde  $Q$  es el caudal en  $m^3/s$  y  $v$  es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 3,2 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,0164 = 16,4mm.$$

El diámetro obtenido es 16,4mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 20mm. Pese a ello, y tal y como se ha hecho anteriormente se comprobará para un diámetro de tubería de 32mm, puesto que no se quiere incrementar la pérdida de carga. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{1152}{32} = 12695,04$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** Ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores (j'). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$j' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 29mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 29^{-1,57} = 0,095.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 29^{-4,75} * 1152^{1,75} = 0,012.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$j' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,012(1 + 0,095)}{1} = \frac{0,013m}{100m}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagotos:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 288, obteniendo un valor de F= 0,365. L es la longitud del tramo más desfavorable y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,013 * 0,365 * 360 = 1,75 \text{ mca.}$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 1,75mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

### 5.2.8. LÍNEA DE PLANTACIÓN 10.

Los cálculos para el dimensionado de esta línea no es necesario realizarlo puesto que esta es igual a la línea de plantación número 6. De esta manera se optará por un diámetro de 32mm, generándose una pérdida de carga de 1,68mca.

### 5.2.9. LÍNEA DE PLANTACIÓN 11.

Los cálculos para el dimensionado de esta línea son los siguientes:

La línea de plantación número 11 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 350m.
- Número de árboles: 70.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*70 árboles= 280 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 280\*8= 1120l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 3,11 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,0162 = 16,2mm$$

El diámetro obtenido es 16,2mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 20mm. Pese a ello, y tal y como se ha hecho anteriormente se comprobará para un diámetro de tubería de 32mm, puesto que no se quiere incrementar la pérdida de carga. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{1120}{32} = 12342,4$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** Ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores ( $j'$ ). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$j' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 29mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 29^{-1,57} = 0,095.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 29^{-4,75} * 1120^{1,75} = 0,011.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$j' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,011(1 + 0,095)}{1} = \frac{0,012m}{100m}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagoteros:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = j' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 280, obteniendo un valor de F= 0,365. L es la longitud del tramo más desfavorable y  $j'$  la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,012 * 0,365 * 350 = 1,62 \text{ mca.}$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 1,62mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

### 5.2.10. LÍNEA DE PLANTACIÓN 12.

Para el cálculo de la sección y la comprobación de esta línea de plantación basta con considerar la línea de plantación número 5, ya que tienen las mismas características. Por lo tanto, se instalará una tubería de diámetro de 32mm, ocasionándose una pérdida de carga en este tramo de 1,56mca.

### 5.2.11. LÍNEA DE PLANTACIÓN 13.

Los cálculos para el dimensionado de esta línea son los siguientes:

La línea de plantación número 13 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 340m.
- Número de árboles: 68.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*68 árboles= 272 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 272\*8= 1088l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 3 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,016 = 16mm$$

El diámetro obtenido es 16mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 16mm. Pese a ello, y tal y como se ha hecho anteriormente se comprobará para un diámetro de tubería de 32mm, puesto que no se quiere incrementar la pérdida de carga. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{10886}{32} = 11989,76$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.



- **Pérdida de carga unitaria:** Ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores ( $j'$ ). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$j' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 29mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 29^{-1,57} = 0,095.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 29^{-4,75} * 1088^{1,75} = 0,011.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$j' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,011(1 + 0,095)}{1} = \frac{0,012m}{100m}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagoteros:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = j' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 272, obteniendo un valor de F= 0,365. L es la longitud del tramo más desfavorable y  $j'$  la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,012 * 0,365 * 340 = 1,49 \text{ mca.}$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 1,49mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

## 5.2.12. LÍNEA DE PLANTACIÓN 14.

Los cálculos para el dimensionado de esta línea son los siguientes:

La línea de plantación número 14 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 280m.
- Número de árboles: 57.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*57 árboles= 228 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 228\*4= 912l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 2,5 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,0125 = 12,5mm$$

El diámetro obtenido es 12,5mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 16mm. Pese a ello, y tal y como se ha hecho anteriormente se comprobará para un diámetro de tubería de 25mm, puesto que no se quiere incrementar la pérdida de carga. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{912}{25} = 12864,30$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** Ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores (j'). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 22,4mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 22,4^{-1,57} = 0,14.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 22,4^{-4,75} * 912^{1,75} = 0,027.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,027(1 + 0,095)}{1} = \frac{0,031m}{100m}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagoteros:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 228, obteniendo un valor de F= 0,365. L es la longitud del tramo más desfavorable y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,031 * 0,365 * 280 = 3,05 \text{ mca.}$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 3,2mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

### 5.2.13. LÍNEA DE PLANTACIÓN 15.

Los cálculos para el dimensionado de esta línea son los siguientes:

La línea de plantación número 15 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 215m.
- Número de árboles: 43.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*43 árboles= 172 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 172\*4= 688l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 1,9 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,0127 = 12,7mm$$

El diámetro obtenido es 12,7mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 16mm. Pese a ello, y tal y como se ha hecho anteriormente se comprobará para un diámetro de tubería de 25mm, puesto que no se quiere incrementar la pérdida de

carga. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{688}{25} = 9704,65$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** Ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores ( $j'$ ). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la perdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 22,4mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 22,4^{-1,57} = 0,14.$$

Para obtener el valor de J, perdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 22,4^{-4,75} * 688^{1,75} = 0,016.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la perdida de carga por las conexiones:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,016(1 + 0,14)}{1} = \frac{0,019m}{100m}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagotos:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 172, obteniendo un valor de F= 0,365. L es la longitud del tramo más desfavorable y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,019 * 0,365 * 280 = 1,51 mca.$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 1,51mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme

funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

### 5.2.14. LÍNEA DE PLANTACIÓN 16.

Los cálculos para el dimensionado de esta línea son los siguientes:

La línea de plantación número 16 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 205m.
- Número de árboles: 41.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*41 árboles= 164 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 164\*8= 656l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 1,8 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,0124 = 12,4mm$$

El diámetro obtenido es 12,4mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 16mm. Pese a ello, y tal y como se ha hecho anteriormente se comprobará para un diámetro de tubería de 25mm, puesto que no se quiere incrementar la pérdida de carga. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{656}{25} = 9253,27$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** Ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores (j'). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 22,4mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 22,4^{-1,57} = 0,14.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 22,4^{-4,75} * 656^{1,75} = 0,015.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,015(1 + 0,14)}{1} = \frac{0,017m}{100m}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagoteros:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 164, obteniendo un valor de F= 0,365. L es la longitud del tramo más desfavorable y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,017 * 0,365 * 205 = 1,32 \text{ mca.}$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 1,32mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

### 5.2.15. LÍNEA DE PLANTACIÓN 17.

Los cálculos para el dimensionado de esta línea son los siguientes:

La línea de plantación número 17 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 140m.
- Número de árboles: 28.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*28 árboles= 112 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 112\*4= 448l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 1,2 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,0102 = 10,2mm$$

El diámetro obtenido es 10,2mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 16mm. Pese a ello, y tal y como se ha hecho anteriormente se comprobará para un diámetro de tubería de 20mm, puesto que no se quiere incrementar la pérdida de carga. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{448}{20} = 7899.13$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** Ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores (j'). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 17,8mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 17,8^{-1,57} = 0,2.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 17,8^{-4,75} * 448^{1,75} = 0,023.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,023(1 + 0,14)}{1} = \frac{0,028m}{100m}$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagoteros:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 112, obteniendo un valor de F= 0,365. L es la longitud del tramo más desfavorable y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,096 * 0,365 * 140 = 1,46 \text{ mca.}$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 1,46mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

## 5.2.16. LÍNEA DE PLANTACIÓN 18.

Los cálculos para el dimensionado de esta línea son los siguientes:

La línea de plantación número 18 tiene las siguientes características:

- Longitud total: 90m.
- Número de árboles: 18.
- Número de goteros: 4 goteros/árbol\*18 árboles= 72 goteros.
- Caudal de los emisores: 4l/h.
- Caudal: 72\*4= 288l/h.

A partir de la siguiente fórmula se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}}$$

Dónde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s y v es la velocidad del agua por la tubería, la cual se toma como 1,5m/s. así, el diámetro obtenido es el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 0,8 * 10^{-4}}{\pi * 1,5}} = 0,082 = 8,2mm$$

El diámetro obtenido es 8,2mm, por lo que el inmediatamente superior en el mercado es 10mm. Pese a ello, y tal y como se ha hecho anteriormente se comprobará para un diámetro de tubería de 16mm, puesto que no se quiere incrementar la pérdida de carga. A continuación se llevara a cabo las comprobaciones de los requisitos fijados para ese diámetro.



- **Régimen hidráulico de la tubería:** El régimen hidráulico de la tubería puede ser laminar, transicional o turbulento y se obtiene a partir del número de Reynolds:

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{288}{16} = 6347,5$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento.

- **Pérdida de carga unitaria:** Ahora se contempla el efecto de las conexiones de los emisores ( $j'$ ). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$j' = \frac{J(Se + fe)}{Se}$$

Dónde J es la pérdida de carga unitaria, Se la separación entre emisores en metros y fe la longitud equivalente. Para el cálculo de la longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar se sigue la fórmula de Montalvo:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57}$$

Siendo d el diámetro interior, que para esta tubería es de 14mm. Por lo tanto:

$$fe = 18,91 * 14^{-1,57} = 0,3.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 14^{-4,75} * 288^{1,75} = 0,03.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$j' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,11(1 + 0,3)}{1} = \frac{0,04m}{100m}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería portagoteros:** para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$hf = j' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso 72, obteniendo un valor de F= 0,367. L es la longitud del tramo más desfavorable y  $j'$  la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,04 * 0,367 * 90 = 1,47 \text{ mca.}$$

La pérdida de carga total de la tubería es pequeña, perdiendo en total 1,47mca. Puesto que los goteros son autocompensantes emiten 4l/h de caudal uniforme funcionando entre 10 y 40mca, este diámetro cumple las condiciones de trabajo necesarias.

### 5.2.17. TUBERÍA ELEGIDA.

**Tubería elegida:** Las tuberías a instalar como ramales portagoteros serán de polietileno de baja densidad en todos los ramales, variando los diámetros tal y como se representa en la siguiente tabla. Todas las tuberías irán colocadas a lo largo de la línea de plantación en las proximidades de los pies de los pistacheros. La elección de este material viene dado por diversos motivos:

- Es un material ligero.
- Posee buena flexibilidad.
- Bajo coste.
- Resistencia a intemperie.

**Tabla 14: Características de los ramales portagoteros. Fuente: Elaboración propia.**

| SECTOR | Nº LÍNEA | LONGITUD | Nº ÁRBOLES | DIAMETRO (mm) |
|--------|----------|----------|------------|---------------|
| 1      | 1        | 300m     | 60         | 32            |
|        | 2        | 315m     | 63         | 32            |
|        | 3        | 325m     | 65         | 32            |
|        | 4        | 335m     | 67         | 32            |
|        | 5        | 345m     | 69         | 32            |
|        | 6        | 355m     | 71         | 32            |
|        | 7        | 360m     | 72         | 32            |
|        | 8        | 360m     | 72         | 32            |
| 2      | 9        | 360m     | 72         | 32            |
|        | 10       | 355m     | 71         | 32            |
|        | 11       | 350m     | 70         | 32            |
|        | 12       | 345m     | 69         | 32            |
|        | 13       | 340m     | 68         | 32            |
|        | 14       | 280m     | 57         | 25            |
|        | 15       | 215m     | 43         | 25            |
|        | 16       | 205m     | 41         | 25            |
|        | 17       | 140m     | 28         | 20            |
|        | 18       | 90m      | 18         | 16            |

### 5.3. TUBERÍAS SECUNDARIAS.

La superficie de cultivo es de aproximadamente 4ha pero en los momentos de máximas necesidades de los árboles requiere de un gran aporte de agua, por lo tanto se va a dividir la plantación en dos sectores de riego. De esta manera se van a reducir a la mitad el caudal momentáneo que es necesario además de las características de la bomba; la cual estaría trabajando por debajo de sus necesidades en muchos momentos, de esta manera se optimizará más el equipo.

Por la disposición de las líneas de plantación y el número de sectores de riego únicamente hay dos tuberías secundarias, siendo la segunda la más desfavorable. La primera de ellas, que abastece al sector 1, tendrá una longitud de 87,98m. La segunda, cuyo fin es surtir de agua a los ramales portagoteros del sector 2, tiene una longitud de 64,53m.

### 5.3.1. TUBERÍA SECUNDARIA SECTOR 1.

Las características de esta tubería son las siguientes:

- Longitud: 87,98.
- Número de ramales: 8.
- Número de árboles: 539.
- Caudal:  $N^{\circ} \text{ árboles} * N^{\circ} \text{ goteros} * \text{Caudal goteros} = 539 \text{ árboles} * 4 \text{ goteros} / \text{árbol} * 4 \text{ l/h} = 8624 \text{ l/h}$ .
- Separación entre ramales: 7m.

Al igual que antes, se calcula el diámetro necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 0,0023}{\pi * 1,5}} = 0,045 = 45 \text{ mm.}$$

El valor de diámetro obtenido es de 45mm, siendo el diámetro comercializado más próximo de 50mm. Al igual que antes, estas tuberías serán de polietileno de baja densidad. Para este diámetro de tubería se realizara la comprobación tal y como se ha hecho anteriormente, evaluando si este diámetro es suficiente.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** Tal y como se ha hecho anteriormente se evaluará el régimen hidráulico de la tubería mediante el número de Reynolds

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{8624}{50} = 60823,34.$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento, al igual que ocurre con los ramales portagoteros.

- **Pérdidas de carga unitaria:** Para su cálculo, en primer lugar hay que calcular la longitud total equivalente de una conexión tipo estándar, considerando un diámetro interior de 46mm:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57} = 18,91 * 46^{-1,57} = 0,046.$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 46^{-4,75} * 8624^{1,75} = 0,046.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,046(1 + 0,0046)}{7} = \frac{0,048 \text{ m}}{100 \text{ m}}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería secundaria:** Para el cálculo se procede como en el caso anterior:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso siendo 8 salidas, obteniendo un valor de  $F = 0,390$ . L es la longitud del tramo más desfavorable y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,048 * 0,390 * 87,98 = 1,65 \text{ mca.}$$

Este valor es adecuado y cumple con las condiciones requeridas, por lo que se utilizara este diámetro de tubería para la tubería secundaria que abastece a los ramales portagoteros del sector 1. En este caso la tubería irá enterrada a aproximadamente 40cm de la superficie sobre un lecho de arena de 10cm y posteriormente compactado con tierra hasta el nivel de la superficie.

### 5.3.2. TUBERÍA SECUNDARIA SECTOR 2.

Las características de esta tubería son las siguientes:

- Longitud: 64,53m.
- Número de ramales: 10.
- Número de árboles: 537.
- Caudal:  $N^{\circ} \text{ árboles} * N^{\circ} \text{ goteros} * \text{Caudal goteros} = 537 \text{ árboles} * 4 \text{ goteros/árbol} * l/h = 8592 l/h$ .
- Separación entre ramales: 7m.

Al igual que antes, se calcula el diámetro necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 0,0023}{\pi * 1,5}} = 0,045 = 45 \text{ mm.}$$

El valor de diámetro obtenido es de 45mm; la tubería comercializada más próxima es de 50mm, por lo que se realizará la comprobación para la tubería de este diámetro, tal y como se ha hecho anteriormente.

- **Régimen hidráulico de la tubería:** Tal y como se ha hecho anteriormente se evaluará el régimen hidráulico de la tubería mediante el número de Reynolds

$$Re = 352,64 * q/d$$

Dónde Re es el número de Reynolds, q es el caudal en l/h y d es el diámetro de la tubería en mm.

$$Re = 352,64 * \frac{8592}{50} = 60597,65.$$

Puesto que el valor obtenido es superior a 4000 se trata de un régimen hidráulico turbulento, al igual que ocurre con los ramales portagoteros.

- **Pérdidas de carga unitaria:** Para su cálculo, en primer lugar hay que calcular la longitud total equivalente de una conexión tipo estándar:

$$fe = 18,91 * d^{-1,57} = 18,91 * 71,4^{-1,57} = 0,02$$

Para obtener el valor de J, pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Blasius:

$$J = 0,473 * d^{-4,75} * q^{1,75}$$

Dónde d es el diámetro interior de la tubería y q el caudal, de este modo se obtiene:

$$J = 0,473 * 46^{-4,75} * 8592^{1,75} = 0,045.$$

A partir de estos datos ya se puede conocer la pérdida de carga por las conexiones:

$$J' = \frac{J(Se + fe)}{Se} = \frac{0,045(1 + 0,02)}{7} = \frac{0,044m}{100m}.$$

- **Pérdidas de carga totales en la tubería secundaria:** Para el cálculo se procede como en el caso anterior:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, en este caso siendo 10 salidas, obteniendo un valor de F= 0,384. L es la longitud del tramo más desfavorable y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,044 * 0,384 * 64,53 = 1,18 mca.$$

Este valor es adecuado y cumple con las condiciones requeridas, por lo que se utilizara este diámetro de tubería.

### 5.3.3. TUBERÍA ELEGIDA.

Siguiendo los cálculos realizados en los apartados anteriores, los diámetros de tubería utilizados para cada una de las tuberías secundarias es de 50mm. El material de estas tuberías será, por los motivos expresados en la elección de las tuberías portagotos, el polietileno de baja densidad.

### 5.4. TUBERÍA PRINCIPAL.

La tubería principal conecta la caseta de riego con el resto de los elementos que componen la totalidad del equipo de riego. Esta tubería será también de polietileno expandido, al igual que las tuberías anteriores. En este caso como es única y va a abastecer ambos sectores de riego se dimensionara en función del sector que mayor caudal requiera, que en este caso es el sector número 1. Por lo tanto se va a optar por un diámetro igual al de las tuberías secundarias, de 50mm.

El régimen hidráulico es turbulento, al igual que en el caso anterior; esto mismo ocurre para las pérdidas de carga unitarias, que son iguales. Para establecer las pérdidas de carga totales se desarrolla nuevamente la fórmula, sustituyendo el valor de F por 0,532, ya que el número de salidas son distintas:

$$hf = J' * F * L = 0,044 * 0,532 * 17,95 = 0,46mca.$$

El valor de pérdida de carga total obtenido es pequeño, por lo que se acepta este diámetro para la tubería principal. Pese a ello, puesto que es necesario el uso de

válvulas y otros accesorios, se incrementa en un 15% la pérdida de carga, teniendo un valor final de 0,530.

La tubería principal discurrirá a lo largo de su trayectoria enterrada por el interior de una zanja de 70cm de profundidad y 40cm de anchura, la cual constará de una cama de arena de 10cm, sobre la que discurrirá ésta. Posteriormente se tapaná y compactará la zanja con el material extraído del terreno. De esta manera se evita el deterioro del material por el tránsito de la maquinaria de la explotación y por los fenómenos meteorológicos.

## 5.5. TUBERÍA DE ASPIRACIÓN.

La tubería de aspiración ha de suministrar el máximo caudal requerido, en este caso el necesario para el riego del sector 1, desde el fondo del pozo hasta la tubería primaria. Puesto que el caudal es el mismo que en el sector 1, 8624l/h, el diámetro de la tubería será el mismo. Al igual que antes, y puesto que se va a realizar con tuberías de PVC para aumentar la resistencia habrá que realizar de nuevo el cálculo de la pérdida de carga.

- **Pérdidas de carga totales en la tubería secundaria:** Para el cálculo se procede como en el caso anterior:

$$hf = J' * F * L$$

Dónde F es el Factor de Christiansen, que varía en función del número de emisores, obteniendo un valor de F= 1 ya que es una tubería de PVC y hay 1 salida. L es la longitud del tramo más desfavorable, que en este caso es 104,5m y J' la pérdida de carga unitaria.

$$hf = 0,04 * 1 * 104,5 = 5,04 \text{ mca.}$$

La distancia viene dada por los 100m de perforación, a los que se le añaden 2m desde el pozo a la caseta de riego, por la que transcurre 2,5m hasta unirse a la tubería principal.

## 5.4. EQUIPO DE RIEGO.

El equipo de riego está formado por numerosos elementos y equipos que forman parte de la instalación de riego por goteo. Estos se describen a continuación.

### 5.4.1. CABEZAL DE RIEGO.

El cabezal de riego constituye diferentes elementos y equipos encargados de incrementar la presión, filtrar, regular y controlar, principalmente, el caudal que circula hacia la instalación.

A continuación se exponen los principales:

#### ➤ **Válvulas:**

Son elementos que regulan el paso de fluido por una tubería, dentro de ellas existen tres tipos fundamentales:

- **Válvulas reguladoras:** Van colocadas al comienzo de las tuberías secundarias y tienen el objetivo de evitar daños en la instalación.
- **Válvulas de retención:** Este tipo de válvulas permiten el paso del fluido en un único sentido. Esta válvula se colocará en la unión entre la bomba y la tubería de aspiración.
- **Válvulas de alivio o descarga:** Se colocan tras las válvulas de retención con el objetivo de evitar sobrepresiones.

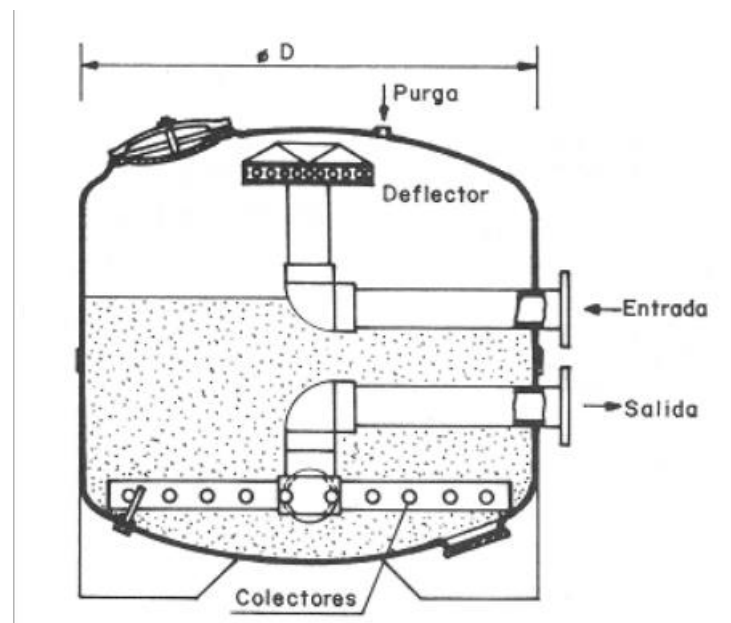
➤ **Filtrado:**

En el agua existen partículas que pueden ocasionar daños y desperfectos en la instalación de riego, así como en su buen funcionamiento. Por lo tanto se hace necesario disponer de un filtrado y un prefiltrado. El prefiltrado disminuye la entrada de partículas en el resto de equipos; mientras que el filtrado atrapa estas partículas mediante filtros de arena o filtros de malla.

- **Filtro de arena.** Consta de un cilindro metálico de almacenamiento de arena o materiales porosos, el cual se encuentra casi lleno y por donde circula el agua, adhiriéndose la materia orgánica de este a la arena. En la parte inferior del tanque existe una malla por donde circula el agua filtrada, ya limpia, hacia el resto de equipos.

Estos filtros incorporan manómetros para el control de la presión de entrada y salida del agua, si se originan pérdidas de carga mayores que 6mca el filtro no funcionara correctamente, siendo necesaria una limpieza de este. Para la limpieza del filtro se invierte el flujo de liquido con una válvula, limpiando las acumulaciones de materia orgánica adherida a la arena.

**Ilustración 3: Filtro de arena. Fuente: Universidad de Sevilla.**



### Diseño del filtro de arena:

El filtro de arena ha de dimensionarse en función del uso y por lo tanto habrá que definir el tipo de arena, el grosor de la capa y la superficie necesaria.

En primer lugar, para la elección del tipo de arena hay que considerar que los distintos tipos de arenas vienen determinados por el diámetro efectivo. Al tratarse de riego por goteo habrá que tener en cuenta el diámetro mínimo del gotero, que en este caso es de 1mm; por lo tanto el diámetro efectivo de la arena será de 1mm.

Para establecer el espesor de la capa de arena no existe una relación o fórmula, siendo utilizados comúnmente espesores comprendidos entre 40 y 50cm, por lo que en este caso se considerara de 40cm.

En cuanto a la superficie filtrante hay que considerar unas condiciones de seguridad, incrementando el caudal en un 20% y la velocidad de 60m/h. Por lo tanto, considerando el máximo caudal y sumándole ese 20% se obtiene un caudal de 10348,8l/h= 10,34/h. a partir de estos datos la superficie se calculará como:

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{10,34}{60} = 0,17m^2$$

El diámetro del filtro será:

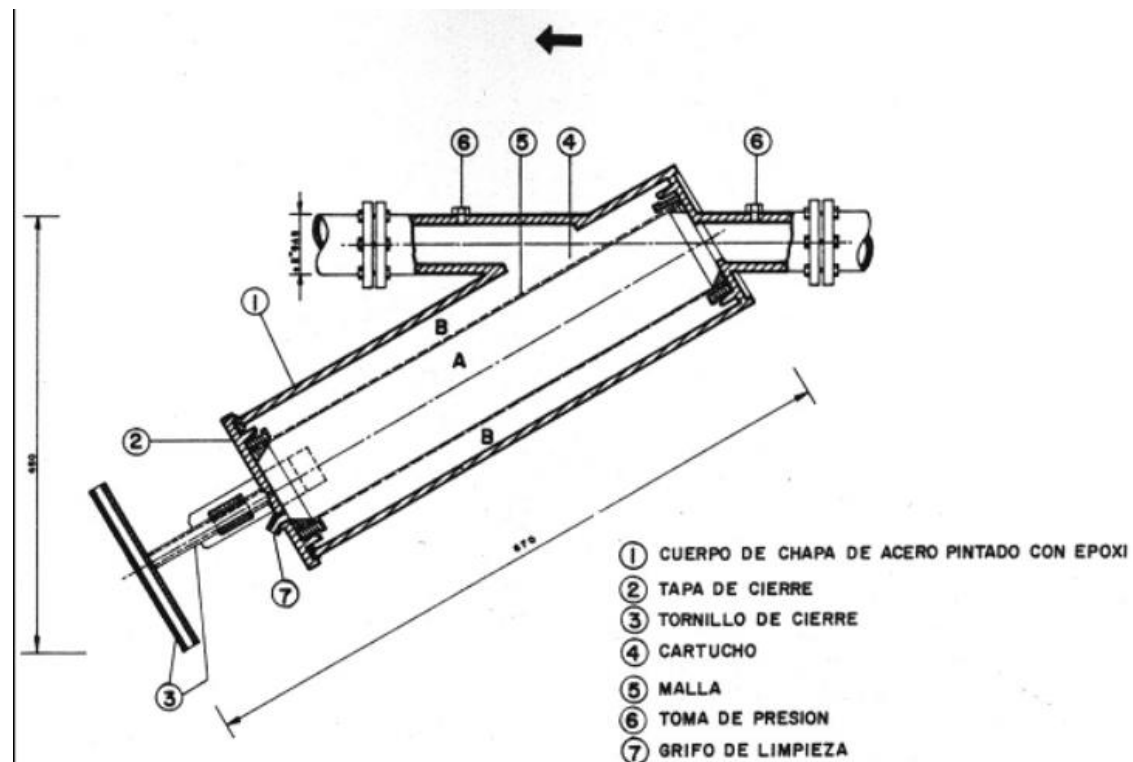
$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 * S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,17}{\pi}} = 0,46m.$$

Por lo tanto para este sistema de riego será necesario un filtro de arena de 14cm de diámetro, con una capa de 40 cm de arena de 1mm de diámetro efectivo.

- **Filtro de malla:** El filtro de malla es el encargado de retener las partículas solidificadas del equipo de fertirrigación, evitando que su paso a la instalación origine obturaciones. Estos filtros se componen de una malla filtrante de acero o plástica, recubierta de una carcasa metálica o plástica. El agua circulante penetra en el interior del cartucho de malla y se filtra a través de sus paredes, pasando a la periferia del filtro y posteriormente a la tubería de salida, quedando las partículas retenidas en la malla. Este tipo de filtros requieren de una limpieza periódica pues se colmatan con rapidez. La calidad del filtrado viene dada por la apertura de la malla. Se establece un tamaño de la luz de la malla de 1/7 del tamaño del orificio del gotero.



Ilustración 4: Filtro de malla. Fuente: Universidad de Sevilla.



**Diseño del filtro de malla:** La capacidad de filtrado viene dada por el caudal del agua que atraviesa la unidad de superficie filtrante; la superficie filtrante efectiva es un porcentaje de la superficie total del filtro. Hay que considerar de cara al diseño que el mesh es el número de orificios existentes por pulgada lineal.

Para obtener el mesh se utiliza una tabla en la que se relaciona el diámetro de la malla y su mesh con el diámetro del gotero:

Tabla 15: Relación entre el diámetro del gotero y el diámetro y mesh del filtro de malla según Pizarro. Fuente: Pizarro.

| Diámetro del gotero (mm) | Diámetro de la malla (mm) | Nº mesh |
|--------------------------|---------------------------|---------|
| 0,6                      | 86                        | 200     |
| 0,7                      | 100                       | 170     |
| 0,8                      | 114                       | 150     |
| 0,9                      | 128                       | 15      |
| 1                        | 143                       | 115     |

Según esta tabla y con el diámetro de los goteros, 1mm, se puede deducir el diámetro de la malla (143mm) y su mesh (115). Al igual que antes, se sobredimensionara el

caudal en un 20% con el objetivo de evitar problemas y se adopta un valor de velocidad de 0,4m/s.

El caudal será de 8,62m<sup>3</sup>/h, y una vez conocida la velocidad se calculará el caudal de filtrado según la siguiente tabla:

**Tabla 16: Caudal en los filtros de malla. Fuente: Pizarro.**

| V(m/s) | m <sup>3</sup> /h por m <sup>2</sup> de área neta | m <sup>3</sup> /h por m <sup>2</sup> de área total |
|--------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 0,4    | 1440                                              | 446                                                |
| 0,6    | 2160                                              | 670                                                |
| 0,9    | 3240                                              | 1004                                               |

Según la tabla, el caudal será de 446 m<sup>3</sup>/h por cada m<sup>2</sup> de área de filtro. Por lo tanto la superficie del filtro de malla será:

$$S = \frac{3,34 \left( \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right)}{446 \left( \frac{\text{m}^3}{\text{h} * \text{m}^2} \right)} = 7,48 * 10^{-3} \text{m}^2$$

Según lo obtenido el filtro a instalar será de acero, con un diámetro de malla de 143mm y un mesh de 115, teniendo una superficie de 0,00748 m<sup>2</sup>.

➤ **Manómetros:**

Los manómetros son instrumentos para medir la presión de los fluidos en un punto concreto. Son importantes para la comprobación del correcto funcionamiento de la instalación por lo que se instalarán a la entrada y salida de los filtros.

### 5.4.2. CÁLCULO DE LA BOMBA.

Para el cálculo de la bomba necesaria hay que tener en cuenta dos factores, uno de ellos es el caudal a suministrar y otro es la presión necesaria. Al dividir la plantación en sectores de riego, la bomba será diseñada en función del sector que tenga mayores necesidades, en este caso el sector 1.

Por lo tanto, el caudal necesario a aportar por la bomba será de 8624/h.

La presión de la bomba se conoce como altura manométrica (H) y atiende a la siguiente fórmula:

$$H = Hg + \Delta p$$

Dónde:

- Hg es la altura geométrica que debe salvar el agua, en este caso la profundidad a la que se encuentra la bomba en el pozo, 100m.
- $\Delta p$  es la pérdida de carga del flujo de agua a su paso por todos los elementos de la instalación, hasta que sale del gotero.

Las pérdidas de carga a lo largo de la instalación se representan en la siguiente tabla.

**Tabla 17: Localización de las pérdidas de carga. Fuente: Elaboración propia.**

| Lugar                       | Pérdida de carga (mca) |
|-----------------------------|------------------------|
| Tubería de aspiración       | 5,04                   |
| Tubería primaria            | 0,53                   |
| Tubería secundaria sector 1 | 1,65                   |
| Tubería secundaria sector 2 | 1,18                   |
| Total tuberías portagoteros | 11,8                   |
| Filtro de malla             | 3                      |
| Filtro de arena             | 2                      |
| Válvulas                    | 3                      |
| Otros componentes           | 4                      |

De esta manera la fórmula queda:

$$H = H_g + \Delta p = 100 + 32,2 = 132,2 \text{ mca.}$$

Por lo tanto, la altura manométrica total o presión que debe satisfacer la bomba es de 132,21mca. A partir de estos datos se puede calcular la potencia de la bomba como:

$$P = \frac{Q * H}{75 * r}$$

Dónde:

- P es la potencia en CV de la bomba.
- Q es el caudal en l/s.
- H es la altura manométrica.
- r es el rendimiento.

Sustituyendo los valores calculados anteriormente se obtiene:

$$P = \frac{2,39 * 132,2}{75 * 0,75} = 5,61 \text{ CV} = 4125,5 \text{ W.}$$

La bomba a instalar será del tipo sumergible puesto que las bombas de superficie tienen una altura máxima de aspiración del agua de aproximadamente 9-10m, y para este proyecto sería inviable. Además, la bomba será impulsada por la instalación fotovoltaica situada sobre la cubierta de la caseta de riego, la cual se detallará en el siguiente apartado.

A partir de estas consideraciones se buscará la bomba que se adecue al proyecto, en el caso de no existir en el mercado bombas de 4125W se optará por la de potencia inmediatamente superior. Dado que en el mercado las potencias de 4125,5W no se encuentran fácilmente disponibles se opta por una bomba de 5500W, la cual es más común y cumple perfectamente con las necesidades de esta instalación. Al ser una bomba de mayor potencia se requerirá de un variador, que asegure el caudal necesario en todo momento.

### **5.4.3. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA.**

Al estructurar la plantación en dos sectores de riego independientes se reducen en gran medida las necesidades de la bomba así como de otros equipos, además, si se

implementa un equipo de programación del riego no será necesaria la presencia de ninguna persona para efectuar el riego en cada uno de los sectores.

Para ello es necesario instalar un programador de riego a batería, que ordene la apertura y el cierre de las válvulas a un equipo hidráulico. Este instrumento hidráulico funciona mediante impulsos eléctricos que hacen abrir o cerrar las válvulas. Al instalar este sistema habrá que colocar dos válvulas volumétricas de funcionamiento hidráulico al inicio de la tubería secundaria de cada uno de los sectores de riego.

## **6. ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA EL RIEGO.**

Los paneles fotovoltaicos aportaran la energía suficiente para el funcionamiento del equipo de riego, estos paneles se colocaran en la cubierta de la caseta de riego. Puesto que la caseta de riego se encuentra orientada hacia el sur en su longitud mayor y con una pendiente ideal para la captación solar, los paneles se dispondrán sobre sus anclajes, estando directamente estos fijados sobre los paneles de la cubierta. Con esto se logra maximizar la radiación solar incidente sobre ellos, así como el aprovechamiento total de uno de los aleros de la cubierta puesto que no es necesario guardar distancia entre ellos por las sombras. La colocación de los paneles se representa en el Plano N° 15: Instalación solar fotovoltaica de bombeo.

### **6.1. CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES NECESARIOS.**

Tal y como se ha expuesto anteriormente, el riego y en especial el equipo de bombeo, va a ser alimentado mediante paneles solares fotovoltaicos. Para ello será necesario realizar una instalación trifásica dimensionada en función de los 5500W de la bomba.

Los paneles serán policristalinos con el objetivo de evitar grandes pérdidas de rendimiento, estos paneles tendrán las siguientes características:

- Potencia máxima: 330W.
- Intensidad de cortocircuito: 9,3A.
- Tensión a circuito abierto: 22,7V.
- Tensión en el punto de máxima potencia: 45,75V.
- Voltaje: 24V.
- Eficiencia: 17%.
- Dimensiones: 1332x992x40mm

Con estos datos, y transformando los CV a W se puede deducir el número de paneles necesario siguiendo la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}Paneles = \frac{Potencia\ necesaria}{potencia\ máxima\ del\ panel}$$

se considera un valor de 5500W y sustituyendo y desarrollando el cociente se obtiene:

$$N^{\circ}Paneles = \frac{5500}{330} = \frac{5500}{330} = 16,6 \approx 18\ paneles.$$

Al no ser un número exacto se redondea al alza, obteniendo un total de 18 paneles para cubrir las necesidades. Dado que el número de paneles es significativo se va a

optar por una conexión en mixta de 3 paralelos formados por 6 paneles cada uno, obteniendo el circuito formado las siguientes características:

- Potencia total:  $P=18*330= 5940W$ .
- Intensidad:  $I=9,3A*3=27,9A$ .
- Tensión:  $V=(6*24)*3=432V$ .

## 6.2. CÁLCULO DEL RESTO DE COMPONENTES.

Además de los paneles solares fotovoltaicos es necesario instalar un inversor para transformar la corriente continua en alterna; y también un regulador-cargador que garantice el adecuado funcionamiento de la carga de las baterías. Ambos equipos pueden combinarse en un único dispositivo, siendo este más compacto y facilitando el manejo y operación de la instalación. Este equipo estará tras los paneles solares y antes de los acumuladores. Por ello, se utilizará un dispositivo que realice las funciones de inversor y de regulador cargador. En este caso este equipo trabajará a 24V. Las características de este equipo son:

- Potencia máxima: 6000W.
- Eficiencia: 98%.
- Consumo: 25W.
- Intensidad máxima admisible: 60A.
- Intensidades de funcionamiento: [40,60]A.

Al tratarse de un riego localizado de alta frecuencia, y de estar la plantación dividida en dos sectores de riego, la duración del riego se extenderá a lo largo de las horas de sol, con una duración máxima aproximada que nunca excederá de las 2h, coincidiendo además con las horas de sol. Estas necesidades podrán ser cubiertas plenamente por la generación instantánea de los paneles solares, sin embargo se colocaran unos acumuladores o baterías que garanticen el suministro eléctrico de 1 día, con el objetivo de cubrir periodos de mantenimiento o de posibles averías y roturas. Por ello hay que dimensionar los acumuladores, se seguirá la siguiente fórmula:

$$A = \frac{\eta_{inv} * \eta_{rb} * C * D_{max}}{I_d}$$

Dónde:

- A es la autonomía en días, que se considera igual a 1.
- $\eta_{inv}$  es el rendimiento del inversor en tanto por uno.
- $\eta_{rb}$  es el rendimiento del acumulador más regulador en tanto por uno. Siendo el rendimiento del regulador del 98% y del acumulador del 90% se tomará el valor medio de ambos.
- C es la capacidad del acumulador en Ah.
- $D_{max}$  es la profundidad de descarga máxima. Considerando una profundidad de descarga del 70%.
- $I_d$  es  $E_d/V_n$ , siendo  $E_d$  la cantidad de corriente demandada en Ah; y  $V_n$  la tensión nominal del acumulador. REPASAR

El IDEA recomienda emplear la capacidad  $C_{20}$ , la cual se define como la carga que se puede extraer durante 20 horas de funcionamiento continuo, estando las baterías a

20°C, hasta que la tensión llegue entre terminales a 1,8V/vaso. De esta manera se opera la formula anterior:

$$1 = \frac{0,98 * 0,94 * C * 0,7}{\left(\frac{916,6}{12}\right)} \rightarrow C = 59,1 \approx 60Ah.$$

Pese a que la capacidad no es elevada no se instalará una única batería, sino que se instalaran tres, evitando de esta manera que posibles fallos de la batería condicionen el buen funcionamiento del riego. Las baterías a utilizar serán escogidas en función de la mayor relación calidad precio. En este caso se van a instalar dos baterías en serie de las siguientes características:

- Voltaje: 24V.
- Capacidad: 24Ah.
- Profundidad de descarga: 70%.
- Rendimiento: 90%.

Los elementos de mando y protección serán escogidos tal y como se realiza para la instalación eléctrica de la nave.

### 6.3. SELECCIÓN DEL CABLEADO.

Todos estos equipos y componentes se encuentran conectados mediante cables eléctricos, estos conducen una corriente y provocan una cierta pérdida de energía; estas pérdidas deben ser tolerables a una temperatura que no deteriore su integridad y en condiciones de seguridad, por lo tanto es necesario determinar la sección de estos cables. Puesto que existen diferentes zonas y tramos de cable el diseño y selección del cableado se hará en función de esto.

#### 6.3.1. CONEXIÓN PLACAS SOLARES-INVERSOR.

Este tramo de cableado unirá los generadores solares con el inversor, transcurriendo por la cubierta de la caseta de riego y por su interior hasta el inversor. La distancia de este cableado será de 3 metros, puesto que el interconexionado de las placas es realizado con el cableado que aporta el fabricante. Los conductores a utilizar serán de cobre siendo su conductividad a 20°C de  $56m/(\Omega * mm^2)$ ; la caída de tensión máxima se considera del 1,5% y además el aislante del cable será de polietileno reticulado (XLPE).

Para el cálculo de la sección necesaria se llevan a cabo una serie de operaciones:

- Se considera que la temperatura en el interior del cable puede alcanzar los 90°C, por lo tanto habrá que calcular la conductividad del cobre a 90°C aplicando el factor de conversión 1,28, dado por la tabla 18, para ello:

$$K_{90} = \frac{K_{20}}{\rho_{90}} = \frac{56}{1,28} = 43,8 \frac{m}{\Omega * mm^2}$$

- Cálculo de la intensidad nominal a partir de la fórmula de la potencia:

$$P = V * I \rightarrow 5600 = 432 * I \rightarrow I = 12,96A$$

- Cálculo de la caída de tensión máxima admisible:

$$432 * 1,5\% = 6,48V$$

- Cálculo de la sección:

$$S = \frac{2}{K} * \frac{I}{U} * L$$

Siendo L la longitud del cable, de esta manera:

$$S = \frac{2}{43,8} * \frac{12,96}{6,48} * 3 = 0,27mm^2$$

A partir del cálculo de la sección y considerando una instalación de cables multiconductores al aire libre y el aislamiento seleccionado, utilizando la tabla 19 se hace necesario acudir a la tabla 20 para comprobar que la sección obtenida cumple con la intensidad máxima.

Tabla 18: Métodos de instalación de referencia. Fuente: Norma UNE 20460-5-523:2004

| Instalación de referencia |                                                                                                       | Tabla y columna                                 |                             |                            |                             |                             |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                           |                                                                                                       | Intensidad admisible para los circuitos simples |                             |                            |                             |                             |
|                           |                                                                                                       | Aislamiento PVC                                 |                             | Aislamiento XLPE o EPR     |                             |                             |
|                           |                                                                                                       | Número de conductores                           |                             |                            |                             |                             |
|                           |                                                                                                       | 2                                               | 3                           | 2                          | 3                           |                             |
|                           | Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante                                | A1                                              | Tabla A.52-1 bis columna 4  | Tabla A.52-1 bis columna 3 | Tabla A.52-1 bis columna 7  | Tabla A.52-1 bis columna 6  |
|                           | Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante                                | A2                                              | Tabla A.52-1 bis columna 3  | Tabla A.52-1 bis columna 2 | Tabla A.52-1 bis columna 6  | Tabla A.52-1 bis columna 5  |
|                           | Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería                           | B1                                              | Tabla A.52-1 bis columna 6  | Tabla A.52-1 bis columna 5 | Tabla A.52-1 bis columna 10 | Tabla A.52-1 bis columna 8  |
|                           | Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería                           | B2                                              | Tabla A.52-1 bis columna 5  | Tabla A.52-1 bis columna 4 | Tabla A.52-1 bis columna 8  | Tabla A.52-1 bis columna 7  |
|                           | Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería                              | C                                               | Tabla A.52-1 bis columna 8  | Tabla A.52-1 bis columna 6 | Tabla A.52-1 bis columna 11 | Tabla A.52-1 bis columna 9  |
|                           | Cable multiconductor en conductos enterrados                                                          | D                                               | Tabla A.52-2 bis columna 3  | Tabla A.52-2 bis columna 4 | Tabla A.52-2 bis columna 5  | Tabla A.52-2 bis columna 6  |
|                           | Cable multiconductor al aire libre<br>Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable | E                                               | Tabla A.52-1 bis columna 9  | Tabla A.52-1 bis columna 7 | Tabla A.52-1 bis columna 12 | Tabla A.52-1 bis columna 10 |
|                           | Cables unipolares en contacto al aire libre<br>Distancia al muro no inferior al diámetro del cable    | F                                               | Tabla A.52-1 bis columna 10 | Tabla A.52-1 bis columna 8 | Tabla A.52-1 bis columna 13 | Tabla A.52-1 bis columna 11 |
|                           | Cables unipolares espaciados al aire libre<br>Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable | G                                               | ---                         | Ver UNE 20460-5-523        | ---                         | Ver UNE 20460-5-523         |

XLPE: Polietileno reticulado (90°C)    EPR: Etileno-propileno (90°C)    PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cobre:  $\rho_{20} = 1/56 \Omega mm^2/m$ ;    Aluminio:  $\rho_{20} = 1/35 \Omega mm^2/m$

$\rho = K_{\theta} \cdot \rho_{20}$     Para el cobre y el aluminio:  $\theta = 70^{\circ}C \rightarrow K_{\theta} = 1,20$ ;     $\theta = 90^{\circ}C \rightarrow K_{\theta} = 1,28$

**POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN KVA):**  
5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

**FACTORES DE MAYORACIÓN  $K_G$ :** 1,25 para motores y 1,8 para lámparas de descarga

Tabla 19: Intensidades admisibles por los cables. Fuente: Norma UNE 20460-5-523:2004.

| Método de instalación               | Número de conductores cargados y tipo de aislamiento |                          |                                |                                               |       |                    |       |                |                                                |               |       |       |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|-------|--------------------|-------|----------------|------------------------------------------------|---------------|-------|-------|
| A1                                  |                                                      | PVC3                     | PVC2                           |                                               | XLPE3 | XLPE2              |       |                |                                                |               |       |       |
| A2                                  | PVC3                                                 | PVC2                     |                                | XLPE3                                         | XLPE2 |                    |       |                |                                                |               |       |       |
| B1                                  |                                                      |                          |                                | PVC3                                          | PVC2  |                    | XLPE3 |                | XLPE2                                          |               |       |       |
| B2                                  |                                                      |                          | PVC3                           | PVC2                                          |       | XLPE3              | XLPE2 |                |                                                |               |       |       |
| C                                   |                                                      |                          |                                |                                               | PVC3  |                    | PVC2  | XLPE3          |                                                | XLPE2         |       |       |
| E                                   |                                                      |                          |                                |                                               |       | PVC3               |       | PVC2           | XLPE3                                          |               | XLPE2 |       |
| F                                   |                                                      |                          |                                |                                               |       |                    | PVC3  |                | PVC2                                           | XLPE3         |       | XLPE2 |
| 1                                   | 2                                                    | 3                        | 4                              | 5                                             | 6     | 7                  | 8     | 9              | 10                                             | 11            | 12    | 13    |
| S (mm <sup>2</sup> )                |                                                      |                          |                                |                                               |       |                    |       |                |                                                |               |       |       |
| <b>Cobre</b>                        |                                                      |                          |                                |                                               |       |                    |       |                |                                                |               |       |       |
| 1.5                                 | 11                                                   | 11.5                     | 13                             | 13.5                                          | 15    | 16                 | 16.5  | 19             | 20                                             | 21            | 24    | -     |
| 2.5                                 | 15                                                   | 16                       | 17.5                           | 18.5                                          | 21    | 22                 | 23    | 26             | 26.5                                           | 29            | 33    | -     |
| 4                                   | 20                                                   | 21                       | 23                             | 24                                            | 27    | 30                 | 31    | 34             | 36                                             | 38            | 45    | -     |
| 6                                   | 25                                                   | 27                       | 30                             | 32                                            | 36    | 37                 | 40    | 44             | 46                                             | 49            | 57    | -     |
| 10                                  | 34                                                   | 37                       | 40                             | 44                                            | 50    | 52                 | 54    | 60             | 65                                             | 68            | 76    | -     |
| 16                                  | 45                                                   | 49                       | 54                             | 59                                            | 66    | 70                 | 73    | 81             | 87                                             | 91            | 105   | -     |
| 25                                  | 59                                                   | 64                       | 70                             | 77                                            | 84    | 88                 | 95    | 103            | 110                                            | 116           | 123   | 140   |
| 35                                  | -                                                    | 77                       | 86                             | 96                                            | 104   | 110                | 119   | 127            | 137                                            | 144           | 154   | 174   |
| 50                                  | -                                                    | 94                       | 103                            | 117                                           | 125   | 133                | 145   | 155            | 167                                            | 175           | 188   | 210   |
| 70                                  | -                                                    | -                        | -                              | 149                                           | 160   | 171                | 185   | 199            | 214                                            | 224           | 244   | 269   |
| 95                                  | -                                                    | -                        | -                              | 180                                           | 194   | 207                | 224   | 241            | 259                                            | 271           | 296   | 327   |
| 120                                 | -                                                    | -                        | -                              | 208                                           | 225   | 240                | 260   | 280            | 301                                            | 314           | 348   | 380   |
| 150                                 | -                                                    | -                        | -                              | 236                                           | 260   | 278                | 299   | 322            | 343                                            | 363           | 404   | 438   |
| 185                                 | -                                                    | -                        | -                              | 268                                           | 297   | 317                | 341   | 368            | 391                                            | 415           | 464   | 500   |
| 240                                 | -                                                    | -                        | -                              | 315                                           | 350   | 374                | 401   | 435            | 468                                            | 490           | 552   | 590   |
| <b>Aluminio</b>                     |                                                      |                          |                                |                                               |       |                    |       |                |                                                |               |       |       |
| 2.5                                 | 11.5                                                 | 12                       | 13.5                           | 14                                            | 16    | 17                 | 18    | 20             | 20                                             | 22            | 25    |       |
| 4                                   | 15                                                   | 16                       | 18.5                           | 19                                            | 22    | 24                 | 24    | 26.5           | 27.5                                           | 29            | 35    |       |
| 6                                   | 20                                                   | 21                       | 24                             | 25                                            | 28    | 30                 | 31    | 33             | 36                                             | 38            | 45    | -     |
| 10                                  | 27                                                   | 28                       | 32                             | 34                                            | 38    | 42                 | 42    | 46             | 50                                             | 53            | 61    | -     |
| 16                                  | 36                                                   | 38                       | 42                             | 46                                            | 51    | 56                 | 57    | 63             | 66                                             | 70            | 83    | -     |
| 25                                  | 46                                                   | 50                       | 54                             | 61                                            | 64    | 71                 | 72    | 78             | 84                                             | 88            | 94    | 105   |
| 35                                  | -                                                    | 61                       | 67                             | 75                                            | 78    | 88                 | 89    | 97             | 104                                            | 109           | 117   | 130   |
| 50                                  | -                                                    | 73                       | 80                             | 90                                            | 96    | 106                | 108   | 118            | 127                                            | 133           | 145   | 160   |
| 70                                  | -                                                    | -                        | -                              | 116                                           | 122   | 136                | 139   | 151            | 162                                            | 170           | 187   | 206   |
| 95                                  | -                                                    | -                        | -                              | 140                                           | 148   | 167                | 169   | 183            | 197                                            | 207           | 230   | 251   |
| 120                                 | -                                                    | -                        | -                              | 162                                           | 171   | 193                | 196.5 | 213            | 228                                            | 239           | 269   | 293   |
| 150                                 | -                                                    | -                        | -                              | 187                                           | 197   | 223                | 227   | 246            | 264                                            | 277           | 312   | 338   |
| 185                                 | -                                                    | -                        | -                              | 212                                           | 225   | 236                | 259   | 281            | 301                                            | 316           | 359   | 388   |
| 240                                 | -                                                    | -                        | -                              | 248                                           | 265   | 300                | 306   | 332            | 355                                            | 372           | 429   | 461   |
| <b>Cu:</b> $\rho_{20^\circ} = 1/56$ | <b>Al:</b> $\rho_{20^\circ} = 1/35$                  |                          |                                | $\rho_{70^\circ} = 1,2 \cdot \rho_{20^\circ}$ |       |                    |       |                | $\rho_{90^\circ} = 1,28 \cdot \rho_{20^\circ}$ |               |       |       |
| <b>B:</b> $5 \cdot I_n$             | <b>C:</b> $10 \cdot I_n$                             | <b>D:</b> $20 \cdot I_n$ | <b>K:</b> $I \cdot \sqrt{t/S}$ | <b>Cu:</b> 115 / 103                          |       | <b>Al:</b> 76 / 68 |       | <b>Cu:</b> 143 |                                                | <b>Al:</b> 94 |       |       |

En este caso, la sección disponible más cercana para conductores de cobre según el tipo de instalación y aislamiento elegido es de 1,5mm<sup>2</sup>, la cual cumple con la intensidad mínima admisible pero por medidas de seguridad, al estar a la intemperie se aumenta la sección hasta 2,5mm<sup>2</sup> la que asegura una intensidad admisible de 29A.

El cable utilizado será del tipo H07V-R4Gx2,5mm<sup>2</sup>.

### 6.3.2. CONEXIÓN INVERSOR-BOMBA.

En este caso se operará igualmente considerando que la longitud total es de 3m. Este cable conectará el inversor con las baterías y el cableado de la bomba. No se realiza el cálculo de la sección del cable de la bomba puesto que este viene impuesto por el fabricante y suministrado e instalado por la empresa la que se adquiere la bomba.



## **6.4. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.**

La instalación de puesta a tierra se realizará al igual que en el apartado de la instalación fotovoltaica para la iluminación de la nave, reflejada en el Anejo XV: Construcciones.

Siguiendo el mismo método se instalará una pica de 1m a una profundidad de 0,8m. Puesto que la sección de los conductores de la instalación es menor a  $16\text{mm}^2$  se tomará una sección del conductor de puesta a tierra igual que la sección de los conductores, siendo esta de  $2,5\text{mm}^2$ .

## **7. EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN.**

La fertilización en esta plantación se llevara a cabo mediante el sistema de fertirrigación, para ello será necesario contar con una serie de equipos y dispositivos. Para el buen funcionamiento del sistema es necesario disponer de uno o varios depósitos de abonos y de un sistema de inyección del abono.

### **7.1. DEPÓSITOS DE ABONO.**

Los depósitos de abono o tanques de abonado consisten en un depósito conectado con el inyector en paralelo a la red de riego. Este depósito se encuentra herméticamente cerrado y debe resistir ante la presencia de los abonos. Puede ser de plástico reforzado o metálico, con volúmenes oscilantes entre 20 y 200 litros. En el interior del tanque se coloca el abono, generalmente en forma de solución líquida o sólida.

En este caso se van a utilizar 3 depósitos de 60L, en cada uno de los cuales se depositarán los nutrientes principales. Los depósitos de serán de poliéster, el cual ofrece una buena resistencia a la presencia de los abonos líquidos. El abono será extraído de los depósitos mediante un inyector.

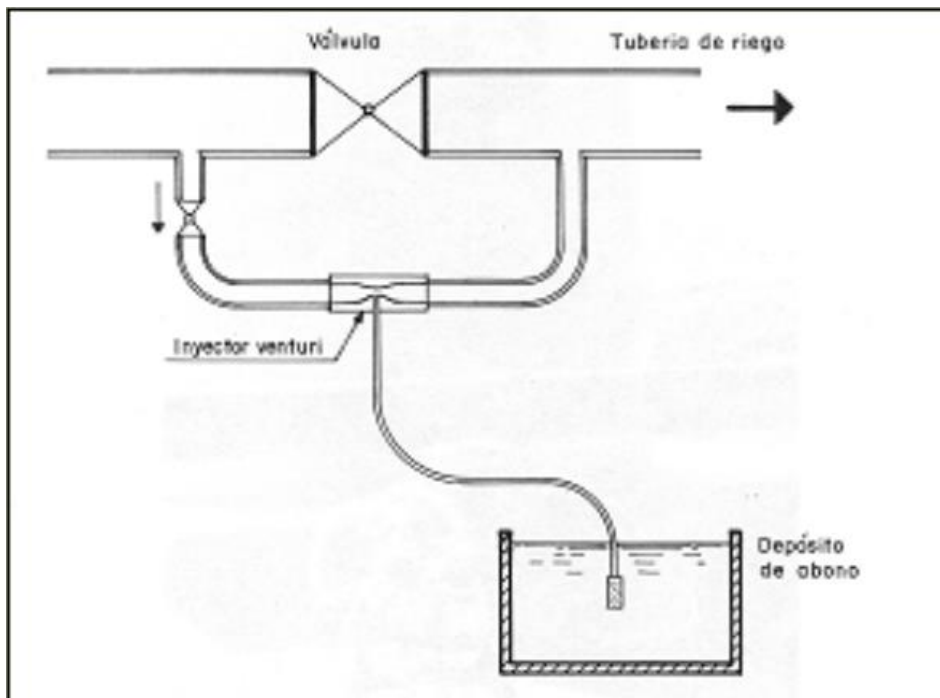
### **7.2. INYECTOR DE ABONO.**

Es necesario un sistema que introduzca el abono en la red de riego, para ello existen varios sistemas. En este caso se va a optar por un inyector Venturi ya que no necesita aportes eléctricos o hidráulicos, con lo que se disminuye el gasto, la dependencia energética y además se evitan labores de mantenimiento.

El inyector Venturi consiste fundamentalmente en un tubo por el que circula el agua, provisto de un estrechamiento en el que, por el efecto Venturi, se produce una depresión. En la zona de estrechamiento lleva conectada una tubería cuyo otro extremo se introduce en un depósito con la solución a inyectar, situada a la presión atmosférica. La depresión causada provoca la succión del líquido y su incorporación a la red. Este inyector se coloca en paralelo con la tubería de riego; en esta una válvula produce una diferencia de presión, que dirige parte del agua al circuito del inyector. Dicha válvula se puede evitar aprovechando cualquiera de los elementos del cabezal que crean pérdidas, como los reguladores o filtros. En el circuito del inyector se instala otra válvula para regular el paso del agua, y en consecuencia la cantidad de abono succionado. A diferencia del tanque de abonado, la concentración aplicada por el inyector Venturi es constante, sin embargo, la cantidad de fertilizante aplicado no es

proporcional al volumen del agua de riego. (Riegos localizados de alta frecuencia, Fernando Pizarro). Estos inyectores se representan en la siguiente ilustración.

**Ilustración 5: Inyector Venturi. Fuente: Riegos localizados de alta frecuencia. Fernando Pizarro.**



Con estos inyectores hay que tener en cuenta dos precauciones:

- Los datos de caudal proporcionados por los catálogos de los fabricantes suelen referirse a agua pura. Los abonos líquidos, de mayor densidad, dan lugar a caudales menores.
- Si por cualquier causa el depósito de abono se queda sin líquido, el inyector continua trabajando inyectando aire en la red. Para evitar este inconveniente hay que colocar un dispositivo como una boya que cierre la tubería de toma en ausencia de líquido.

## **8. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.**

En este apartado se indican los principales aspectos del mantenimiento del equipo de riego de la plantación:

### **EQUIPOS DE FILTRADO:**

- Antes de iniciar la campaña de riegos. Previamente al inicio del uso del equipo hay que:
  - Revisar el interior de los filtros y proceder a su limpieza si es necesario.
  - Revisar las conexiones de los filtros con la red.
- En la temporada de riegos: Mientras se está utilizando el equipo hay que:

- Verificar la buena filtración del agua.
- Vigilar la diferencia de presiones en la entrada y salida de los filtros de arena. Si la diferencia es mayor que 5mca se debe actuar limpiando el filtro, tal y como se indica anteriormente en el diseño del filtro.
- Al igual que con el filtro de arena, se debe comprobar la presión en el filtro de malla, lavando la malla si la diferencia de presiones indicada por los manómetros es mayor que 3mca.
- Al terminar la temporada de riegos: cuando se efectúe el último riego habrá que:
  - Revisar las conexiones y posibles fugas.
  - Sustitución de equipos deteriorados o en mal estado.
  - Revisión interior de los filtros.
  - Desconexión de la red.

### **Bomba:**

- Antes de iniciar la campaña de riegos. Previamente al inicio del uso del equipo hay que
  - Verificar su buen funcionamiento.
- En la temporada de riegos: Mientras se está utilizando el equipo hay que:
  - Comprobar que garantiza el caudal y la presión necesarios.
  - Efectuar intervenciones solo si son necesarias.
- Al terminar la temporada de riegos: cuando se efectúe el último riego habrá que:
  - Extraer la bomba en el caso de ser necesario realizar el mantenimiento marcado por el fabricante.

### **Válvulas:**

- Antes de iniciar la campaña de riegos. Previamente al inicio del uso del equipo hay que
  - Verificar su buen funcionamiento.
  - Revisión de todas las válvulas.
- En la temporada de riegos: Mientras se está utilizando el equipo hay que:
  - Comprobar el buen funcionamiento.
  - Efectuar engrases y lubricaciones en los momentos marcados por los fabricantes.
- Al terminar la temporada de riegos: cuando se efectúe el último riego habrá que:
  - Extraer el agua de las válvulas.
  - Mantener las válvulas abiertas.

### **Tuberías:**

- Antes de iniciar la campaña de riegos. Previamente al inicio del uso del equipo hay que
  - Revisar el sistema.
- En la temporada de riegos: Mientras se está utilizando el equipo hay que:
  - Limpiar el interior.

- Verificar el buen funcionamiento y abastecimiento de agua a todos los puntos.
- Al terminar la temporada de riegos: cuando se efectúe el último riego habrá que:
  - Realizar sustituciones.
  - Reparar partes dañadas.
  - Abrir válvulas.

**Goterros:**

- Antes de iniciar la campaña de riegos. Previamente al inicio del uso del equipo hay que
  - Verificar su buen funcionamiento, revisando posibles obstrucciones.
- En la temporada de riegos: Mientras se está utilizando el equipo hay que:
  - Revisar la descarga y la presión de trabajo.
  - Reparación y sustitución de partes dañadas.
- Al terminar la temporada de riegos: cuando se efectúe el último riego habrá que:
  - Sustitución de goteros dañados o con mal funcionamiento así como revisión aleatoria de estos.

## **ANEJO XIII: NORMATIVA**

## ÍNDICE

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                                                                                   | 3  |
| 2. NORMATIVA MUNICIPAL.....                                                                                            | 3  |
| 2.1. Decreto 242/2004 de 27 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Suelo 3                                    |    |
| 2.2. Orden de 31 de marzo de 2003, modificada por la Orden 1 de febrero de 2016. 16                                    |    |
| 2.3. Normas de Ordenación Subsidiarias de Planeamiento y Adaptación a la L.O.T.A.U y Reglamento de Suelo Rústico. .... | 19 |
| 4. REAL DECRETO 1201/2002 DE 20 DE NOVIEMBRE.....                                                                      | 23 |
| 5. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.....                                                                               | 34 |
| 6. REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN. ....                                                                   | 35 |
| 7. OTRA NORMATIVA.....                                                                                                 | 35 |

## **1. INTRODUCCIÓN.**

Para la realización del presente proyecto se concreta una reunión con el arquitecto municipal de Sigüenza. En la presente reunión el técnico informa acerca de la normativa a aplicar de cara a la realización del proyecto, también nos facilita la consulta a través de la web de catastro.

## **2. NORMATIVA MUNICIPAL.**

### **2.1. Decreto 242/2004 de 27 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Suelo**

En este decreto se establecerá el tipo de suelo sobre el que se va a realizar el proyecto. Este decreto se ve modificado por el Decreto 177/2010 de 1 de Julio. Según este decreto se puede clasificar el suelo sobre el que vamos a actuar. En el artículo 1 se establece el objeto del documento, el desarrollo de las previsiones en materia de suelo rústico del texto Refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y la Actividad Urbanística. Una vez definido este objeto se pasa al Artículo 2, definición del suelo rústico, en el cual se clasificará el suelo. En nuestro caso el municipio de Sigüenza se encuentra clasificado dentro del apartado dos del presente artículo, por el cual: *“En los municipios con Plan de Delimitación de Suelo Urbano deberán clasificarse como suelo rústico los terrenos que no hayan sido adscritos al suelo urbano, de conformidad con el artículo 48.2 del Texto Refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.”* Siguiendo la modificación de este decreto en el Artículo 3 se lleva a cabo la diferenciación de las categorías de suelo rústico, según este artículo *“Los Planes de Ordenación Municipal y los planes de Delimitación del Suelo Urbano deberán diferenciar, dentro del suelo rústico, las categorías de suelo no urbanizable de especial protección y de reserva, de acuerdo con los criterios establecidos en los artículos siguientes”*. El arquitecto municipal facilitó la clasificación del suelo de la parcela de actuación, siendo un suelo rústico de reserva. De esta manera el terreno sobre el que se va a establecer el proyecto no cumple los requisitos de los Artículos 4 y 5. De esta manera en el Artículo 6 se establece esta condición, *“Los terrenos que no se adscriban a la categoría de suelo rústico no urbanizable de especial protección conforme a los artículos precedentes, deberán serlo a la de suelo rústico de reserva”*.

Dentro de este decreto existe otro título, que hace referencia al contenido urbanístico de la propiedad del suelo rústico. Dentro de este título se encuentra el Artículo 7, el cual establece los derechos de los propietarios de suelo rústico. Estos derechos se describen de la siguiente manera: *“Los propietarios de suelo rústico tienen derecho al uso, disfrute y explotación normales de la finca a tenor de su situación, características objetivas y destino, siempre que sean conformes o, en todo caso, no incompatibles con la legislación territorial y urbanística, las determinaciones del planeamiento y con la legislación que le sea aplicable por razón de su naturaleza, situación y características”*. Estos derechos comprenden diferentes actividades, a continuación se indican aquellas que tienen relevancia con el presente proyecto: *“a) la realización de*

*los actos no constructivos precisos para la utilización y explotación agrícola, ganadera, forestal, cinegética o análoga a la que los terrenos estén efectivamente destinados, conforme a su naturaleza y mediante el empleo de medios técnicos e instalaciones adecuados y ordinarios, los cuales no podrán suponer ni tener como consecuencia la transformación de dicho destino o el uso residencial o de vivienda, o la transformación de las características de la explotación, y deberán permitir la preservación, en todo caso, de las condiciones edafológicas y ecológicas, así como la prevención de riesgos de erosión, de incendio o para la seguridad y salud pública". "b) la realización de obras y construcciones y el desarrollo de usos y actividades que exceden las previstas en la letra anterior y se legitimen expresamente por la ordenación territorial y urbanística en los términos previstos en este Reglamento en el suelo rústico de reserva, y excepcionalmente, en el rústico no urbanizable de especial protección con las limitaciones establecidas en el artículo 12 del presente reglamento".*

Existen también una serie de deberes que deben cumplir los propietarios de los terrenos rústicos, estos se recogen en el Artículo 8, el cual se recoge en la ilustración 1.

**Ilustración 1: Deberes de los propietarios de suelo rústico. Fuente: Imagen extraída del Decreto 242/2004 de 27 de julio.**

**Artículo 8.** Deberes de los propietarios de suelo rústico.

Los propietarios de suelo rústico tienen los siguientes deberes:

1. Destinar el suelo al uso previsto por la ordenación territorial y urbanística y conservar las construcciones e instalaciones existentes,
2. Levantar, en su caso, las cargas impuestas por la ordenación urbanística para el legítimo ejercicio de la facultad prevista en la letra b) del número 2 del artículo anterior.
3. (\*) Conservar y mantener el suelo y, en su caso, su masa vegetal en las condiciones precisas para evitar riesgos de erosión, inundación o incendio, y para la seguridad o salud públicas y daños o perjuicios a terceros o al interés general, incluido el ambiental.  
(\*) Modificado por Decreto 177/2010 de 1 de julio (DOCM 128 de 06-07-2010)
4. Realizar el uso y la explotación de forma que no se produzca contaminación indebida de la tierra, el agua y el aire, ni tengan lugar injerencias ilegítimas en bienes de terceros.
5. Realizar las plantaciones, los trabajos y las obras de defensa del suelo y su vegetación que sean necesarios para mantener el equilibrio ecológico, preservar el suelo de la erosión, impedir la contaminación indebida del mismo y prevenir desastres naturales. En particular, proceder a reforestación o a la adopción de medidas excepcionales de apoyo a la regeneración natural para la reposición de la vegetación en toda la superficie que la haya perdido como consecuencia de incendio, desastre natural o acción humana no debidamente autorizada, en la forma y condiciones previstas en la legislación correspondiente y los planes o programas aprobados conforme a la misma.
6. Respetar las limitaciones que deriven de la legislación administrativa aplicable por razón de colindancia con bienes que tengan la condición de dominio público hidráulico y pecuario, en los que estén establecidos obras o servicios públicos o en cuyo suelo o subsuelo existan recursos naturales sujetos a explotación regulada.
7. Cumplir los planes y programas sectoriales aprobados conforme a la legislación administrativa reguladora de las actividades a que se refiere el número 5 del presente artículo, así como los aprobados para la protección de los espacios naturales, la flora y la fauna.
8. Permitir la realización por la Administración Pública competente de los trabajos de plantación que sean necesarios para prevenir la erosión. Toda restricción por tales trabajos de usos reales y actuales desarrollados en los terrenos dará lugar a responsabilidad patrimonial de la Administración.

El Título III, llamado ordenación territorial y urbanística del suelo rústico, comprende el Artículo 9. Este artículo contempla las determinaciones de la ordenación territorial y urbanística del suelo rústico. Este artículo se encuentra representado en la ilustración 2.



**Ilustración 2: Artículo 9 del Decreto 242/2004 del 27 de julio. Fuente: Imagen extraída del Decreto 242/2004 del 27 de julio.**

| <b>TÍTULO III</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Ordenación territorial y urbanística del suelo rústico</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
| <b>Artículo 9.</b> Determinaciones de la ordenación territorial y urbanística sobre suelo rústico.<br>1. La ordenación territorial y urbanística deberá, respecto del suelo rústico:<br>a) Determinar las condiciones de los derechos de uso y disfrute de las fincas ubicadas en el mismo.<br>En particular:<br>- Para el suelo no urbanizable de especial protección: establecer el régimen de protección de los terrenos que se adscriban a esta categoría y determinar, de acuerdo con la legislación sectorial aplicable, qué actos de los previstos en el artículo 12 están expresamente permitidos en él.<br>- Para el suelo rústico de reserva: determinar qué actos están prohibidos o excluidos y qué actos están permitidos en esta clase de suelo. |  |
| <hr/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
| b) (*) Definir las características técnicas concretas que, para los actos no constructivos destinados al uso agrícola, ganadero, forestal, cinegético, o análogos, impidan la construcción de edificaciones cubiertas y cerradas generadoras de aprovechamiento urbanístico.<br>(* Modificado por Decreto 177/2010 de 1 de julio (DOCM 128 de 06-07-2010)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| c) Establecer las características y las condiciones morfológicas y tipológicas de las construcciones y edificaciones que se permitan realizar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| d) Establecer las condiciones objetivas que puedan dar lugar a la formación de núcleos de población en las áreas territoriales en las que, por sus características, parcelarias o derivadas de la estructura de la propiedad, se aprecie riesgo de aquella formación por cumplirse las circunstancias establecidas en el 2º párrafo de la letra b) del artículo siguiente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| e) Definir de manera concreta los requisitos sustantivos que deben cumplir las obras, construcciones e instalaciones a implantar en suelo rústico, de conformidad con lo establecido en el presente Reglamento y, en su caso, en las correspondientes Instrucciones Técnicas de Planeamiento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
| f) Establecer, de estimarse conveniente, requisitos mínimos y adicionales a los establecidos en los artículos 34 y 35 de este Reglamento, para poder practicar la división de fincas o la segregación de terrenos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| g) (*) Establecer las condiciones generales que deberán satisfacerse en el suelo rústico de reserva para poder ser incorporado al proceso urbanizador del municipio.<br>(* Modificado por Decreto 177/2010 de 1 de julio (DOCM 128 de 06-07-2010)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |

Este artículo presenta dos modificaciones: una en el apartado “b” y otra en el apartado “g”, las cuales se incluyen a continuación. “b) *Definir las características técnicas concretas que, para los actos no constructivos destinados al uso agrícola, ganadero, forestal, cinegético, o análogos, impidan la construcción de edificaciones cubiertas y cerradas generadoras de aprovechamiento urbanístico.*”, “g) *Establecer las condiciones generales que deberán satisfacerse en el suelo rústico de reserva para poder ser incorporado al proceso urbanizador del municipio*”.

El artículo 10 del decreto se ve modificado por completo por el decreto 177/2010 de 1 de julio, y se presenta a continuación en la ilustración 3. Este artículo hace referencia a las garantías para la materialización del uso en edificación.

**Ilustración 3: Artículo 10, modificado por el Decreto 177/2010 del 1 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 177/2010 del 1 de julio.**

Artículo 10. Garantías para la materialización del uso en edificación.

Además de lo previsto en el artículo anterior, las condiciones que determine la ordenación territorial y urbanística para la materialización del uso en edificación que prevea en suelo rústico deberán:

a) Asegurar la preservación del carácter rural de esta clase de suelo.

b) Asegurar la no formación en él de nuevos núcleos de población.

1) Existe riesgo de formación de nuevo núcleo de población desde el momento en que se está en presencia de más de tres unidades rústicas aptas para la edificación que puedan dar lugar a la demanda de los servicios o infraestructuras colectivas innecesarias para la actividad de explotación rústica o de carácter específicamente urbano. El planeamiento general podrá establecer previsiones más restrictivas en la regulación de los supuestos en que existe riesgo de formación de núcleo de población en suelo rústico.

A estos efectos se entenderá por unidad rústica apta para la edificación la correspondiente a la superficie mínima exigida por la Instrucción Técnica de Planeamiento o por el planeamiento general en los supuestos en que sea éste aplicable, para la edificación o construcción ya materializada.

2) Salvo que el planeamiento general determine justificadamente otras distancias, se entiende que existe riesgo de formación de núcleo de población cuando, además de concurrir los requisitos del párrafo primero de este apartado, se dé cualquiera de estos supuestos:

1º) Se propongan edificaciones a una distancia menor de 200 metros del límite del suelo urbano o urbanizable.

2º) Se contengan, sin incluir la propuesta, tres o más edificaciones correspondientes a distintas unidades rústicas, en un círculo de 150 metros de radio, con centro en cualquiera de las edificaciones mencionadas.

c) Asegurar la adopción de las medidas que sean precisas para proteger el medio ambiente y para garantizar el mantenimiento de la calidad y funcionalidad de las infraestructuras y los servicios públicos correspondientes.

d) Garantizar la restauración de las condiciones ambientales de los terrenos y de su entorno inmediato.

A continuación se describe el título IV, actuaciones de ejecución en suelo rústico. Dentro de este capítulo se encuentra el artículo 11: usos, actividades y actos que pueden realizarse en suelo rústico de reserva. Según este artículo en los terrenos clasificados como suelo rústico de reserva podrán llevarse a cabo, con las condiciones y requisitos establecidos en los artículos siguientes los siguientes usos globales y pormenorizados, así como sus actividades, actos y construcciones asociados. Los diferentes apartados de este artículo se describen en la ilustración 4.1 y 4.2.

Dentro de este artículo es de vital trascendencia para la realización del proyecto el primer apartado, "usos adscritos al sector primario" en sus tres subapartados ya que se va a poner en marcha una explotación para la producción de pistacho, además de la construcción de instalación para su almacenamiento, así como infraestructura de riego y almacén de maquinaria y aperos. También es muy importante el cuarto apartado de este artículo ya que se va a llevar a cabo el procesado del producto, por lo tanto se le dará un uso industrial, concretamente el de "actividades industriales y productivas clasificadas que precisen emplazarse en suelo rústico".

**Ilustración 4.1: Artículo 11 del decreto 242/2004 del 27 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 242/2007 del 27 de julio**

**CAPÍTULO I**

Usos, actividades y actos en suelo rústico

**Artículo 11.** (\*) Usos, actividades y actos que pueden realizarse en suelo rústico de reserva.

En los terrenos clasificados como suelo rústico de reserva podrán llevarse a cabo, con las condiciones y requisitos establecidos en los artículos siguientes los siguientes usos globales y pormenorizados, así como sus actividades, actos y construcciones asociados:

1. Usos adscritos al sector primario

a) Actos no constructivos precisos para la utilización y explotación agrícola, ganadera, forestal, cinegética o análoga a la que los terrenos estén efectivamente destinados.

b) Instalaciones desmontables para la mejora del cultivo o de la producción agropecuaria, que no impliquen movimiento de tierras.

c) Edificaciones adscritas al sector primario que no impliquen transformación de productos, tales como almacenes, granjas y, en general, instalaciones agrícolas, ganaderas, forestales, cinegéticas, piscícolas o similares que guarden relación con el destino y naturaleza de la finca. En particular:

- Almacenes de materias primas y aperos.

- Granjas e instalaciones destinadas a la estabulación y cría de ganado.

- Otras construcciones relacionadas con actividades agrícolas y ganaderas y con actividades primarias de carácter análogo tales como balsas de riego, naves de champiñón, viveros, invernaderos, piscifactorías, etcétera.

- Instalaciones relacionadas con la explotación forestal y silvícola.

- Instalaciones relacionadas con la caza y la actividad cinegética.

Se entenderán incluidos en este supuesto tanto las edificaciones de nueva planta como las reformas o rehabilitaciones de edificaciones existentes que afecten a elementos estructurales o de fachada o cubierta o que supongan un aumento de la superficie construida.

2. Uso residencial familiar

Se considera vivienda familiar aislada aquella vivienda que está localizada en una única parcela con acceso independiente, no estando permitida la agrupación de viviendas en una misma parcela, aun cuando lo sean bajo la forma de la propiedad horizontal, ordinaria o tumbada, o se tratara de una copropiedad con adscripción de uso.

Se entenderán incluidos en este supuesto tanto las edificaciones de nueva planta como las reformas o rehabilitaciones de edificaciones existentes que afecten a elementos estructurales o de fachada o cubierta o que supongan un aumento de la superficie construida.

**Ilustración 4.2: Artículo 11 del decreto 242/2004 de 27 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 242/2007 del 27 de julio.**

4. Usos industriales, terciarios y dotacionales de titularidad privada

a) Usos Industriales:

- Actividades extractivas y mineras, entendiéndose por éstas la extracción o explotación de recursos y la primera transformación, sobre el terreno y al descubierto, de las materias primas extraídas, incluida la explotación de canteras y la extracción de áridos.
- Actividades industriales y productivas clasificadas que precisen emplazarse en suelo rústico.

- 
- Depósitos de materiales o de residuos, almacenamiento de maquinaria y estacionamiento de vehículos que se realicen enteramente al aire libre y no requieran instalaciones o construcciones de carácter permanente;

b) Usos Terciarios:

- Usos comerciales: Establecimientos comerciales y tiendas de artesanía y productos de la comarca.
- Usos hosteleros y hoteleros: Establecimientos hoteleros y hosteleros; Campamentos de turismo (camping) e instalaciones similares; Establecimientos de turismo rural.
- Uso recreativo: Centros deportivos, recreativos, de ocio o esparcimiento.

c) Usos dotacionales de equipamientos:

- Elementos pertenecientes al ciclo hidráulico, incluida la captación y las redes de abastecimiento, saneamiento, depuración, vertido y reutilización de aguas residuales.
- Elementos pertenecientes al sistema energético en todas sus modalidades, incluida la generación, redes de transporte y distribución.
- Elementos pertenecientes a la red de telecomunicaciones.
- Elementos pertenecientes al sistema de tratamiento de residuos, incluyendo los sistemas de recogida, tratamiento y vertido.
- Elementos fijos pertenecientes al sistema viario de comunicaciones y de transportes en sus modalidades.
- Servicios integrados en áreas de servicio vinculadas a las carreteras.
- Estaciones aisladas de suministro de carburantes.
- Otros equipamientos como los destinados a actividades y servicios culturales, científicos, asistenciales, religiosos, funerarios y similares.

Se entenderán incluidos en este supuesto, relativo a los usos de titularidad privada, tanto las edificaciones de nueva planta como las reformas o rehabilitaciones de edificaciones existentes que afecten a elementos estructurales o de fachada o cubierta o que supongan un aumento de la superficie construida.

5. Actividades asociadas a los anteriores usos

a) División de fincas o la segregación de terrenos.

b) Los vallados y cerramientos de parcelas.

c) Reforma o rehabilitación de edificaciones existentes dirigidas a su conservación y mantenimiento, que no afecten a elementos estructurales o de fachada o cubierta. Se entenderán incluidos en estos supuestos la reposición de sus elementos de carpintería o cubierta y acabados exteriores.

(\* ) Incluye corrección de errores publicada en DOCM 24 de 03-02-2005.

Dentro de este decreto se encuentra el Artículo 14, perteneciente a la sección 1ª de condiciones y requisitos generales. En el presente artículo se establecen las condiciones de realización de los actos de aprovechamiento legitimados por la correspondiente calificación urbanística. Según el artículo 14 *“Todas las obras, construcciones e instalaciones que se realicen y todos los usos que se desarrollen en suelo clasificado como rústico deberán serlo con estricta sujeción a la legislación sectorial que en cada caso los regule y al cumplimiento, además, de las condiciones, los requisitos y las limitaciones establecidas por el Texto Refundido de La Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística o , en virtud de la misma, por este reglamento o el planeamiento territorial y urbanístico”*. Este artículo será importante de cara a la realización del proyecto, por lo que se recurrirá a consultar la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística (LOTAU), la cual se encuentra recogida en un documento que ha sido facilitado por el departamento de urbanismo del ayuntamiento de Sigüenza.

Para la realización del proyecto también es importante el artículo 15, en concreto su primer apartado. En este artículo se describe el contenido y alcance de los usos, las actividades y construcciones permisibles o autorizadas, en su apartado primero *“1. En los usos y actividades que se legitimen y autoricen en suelo rústico, así como en las construcciones e instalaciones que les deban otorgar soporte, se entenderán siempre incluidos cuantos de carácter accesorio sean imprescindibles de acuerdo con la*

*legislación de seguridad, protección civil, laboral o sectorial que sean de pertinente aplicación”.*

El artículo 16 es muy importante ya que en él se pone de manifiesto las determinaciones de directa aplicación y las de carácter subsidiario. Este artículo se presenta a continuación en la ilustración 5. Dentro de este artículo es de vital importancia para la realización de este proyecto tanto el primer apartado como el segundo, por el cual se establece la distancia de las construcciones a los linderos y caminos así como la altura máxima de la nave.

**Ilustración 5: Artículo 16 del decreto 242/2004 de 27 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 242/2004 de 27 de julio.**

*agencia constructora.*

**Artículo 16.** Las determinaciones de directa aplicación y las de carácter subsidiario.

1. Todos los actos de aprovechamiento y uso del suelo rústico, deberán ajustarse, en todo caso, a las siguientes reglas:

- a) No suponer un daño o un riesgo para la conservación de las áreas y recursos naturales protegidos.
- b) Ser adecuados al uso y la explotación a los que se vinculen y guardar estricta proporción con las necesidades de los mismos.
- c) No podrán, en los lugares de paisaje abierto, ni limitar el campo visual, ni romper el paisaje, así como tampoco desfigurar, en particular, las perspectivas de los núcleos e inmediaciones de las carreteras y los caminos.
- d) No podrá realizarse ningún tipo de construcciones en terrenos de riesgo natural.
- e) No podrán suponer la construcción con características tipológicas o soluciones estéticas propias de las zonas urbanas, en particular, de viviendas colectivas, naves y edificios que presenten paredes medianeras vistas.

---

f) Se prohíbe la colocación y el mantenimiento de anuncios, carteles, vallas publicitarias o instalaciones de características similares, salvo los oficiales y los que reúnan las características fijadas por la Administración en cada caso competente que se sitúen en carreteras o edificios y construcciones y no sobresalgan, en este último supuesto, del plano de la fachada.

g) Las construcciones deberán armonizarse con el entorno inmediato, así como con las características propias de la arquitectura rural o tradicional de la zona donde se vayan a implantar.

h) Las construcciones deberán presentar todos sus paramentos exteriores y cubiertas totalmente terminados, con empleo en ellos de las formas y los materiales que menor impacto produzcan, así como de los colores tradicionales en la zona o, en todo caso, los que favorezcan en mayor medida la integración en el entorno inmediato y en el paisaje.

2. Serán determinaciones subsidiarias para las construcciones y edificaciones, en tanto no exista regulación expresa en el planeamiento territorial y urbanístico, las siguientes:

- a) Tener el carácter de aisladas.
- b) Retranquearse, como mínimo, cinco metros a linderos y quince metros al eje de caminos o vías de acceso.
- c) No tener ni más de dos plantas, ni una altura a cumbre superior a ocho metros y medio, medidos en cada punto del terreno natural original, salvo que las características específicas derivadas de su uso hicieran imprescindible superarlas en alguno de sus puntos.

Este decreto también aborda requisitos administrativos, en concreto en su artículo 17. Este artículo 17 se representa en la ilustración 6 y es de especial relevancia de cara a la concesión de permisos y licencias para la ejecución del proyecto.

**Ilustración 6: Artículo 17 del decreto 242/2004 de 27 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 242/2004 de 27 de julio.**

**SECCIÓN 2ª.**

Requisitos administrativos

**Artículo 17. (\*)** Requisitos administrativos.

Son requisitos administrativos, de inexcusable cumplimiento, que deberán cumplir las obras, construcciones e instalaciones previstas en los artículos 11 y 12, así como los usos y las actividades a los que estas últimas se destinen:

a) (\*) Contar con la resolución de otorgamiento de cualesquiera concesiones, permisos o autorizaciones no municipales legalmente exigibles y, en su caso, la resolución favorable del correspondiente procedimiento de evaluación ambiental y autorización ambiental integrada.

(\*) Modificado por Decreto 177/2010 de 1 de julio (DOCM 128 de 06-07-2010)

b) Contar con la calificación urbanística en los supuestos previstos en el artículo 37 de este Reglamento.

c) Que la obra, construcción o instalación cuente con cobertura formal y material por licencia en vigor, determinando la caducidad de ésta la de la calificación urbanística previa.

d) Afianzar el cumplimiento de las condiciones legítimas de las correspondientes calificación y licencia.

A este efecto, los interesados deberán, una vez otorgada la licencia municipal, prestar garantía, en cualquiera de las formas admitidas por la legislación aplicable, a la Administración Municipal, por importe del tres por ciento del coste de la totalidad de las obras o los trabajos a realizar, sin cuyo requisito no podrá darse comienzo a la ejecución de las obras, ni serán eficaces los actos de calificación y licencia que legitimen éstas.

e) Que se haga constar en el registro de la propiedad la calificación urbanística y las condiciones de la licencia, de conformidad con lo dispuesto en la legislación hipotecaria.

(\*) Incluye corrección de errores publicada en DOCM 24 de 03-02-2005.

Dentro de la sección 3ª del decreto se establecen los requisitos sustantivos para los usos adscritos al sector primario. Estos se contemplan en varios artículos. Uno de ellos es el artículo 18, que hace referencia a los requisitos sustantivos para los actos no constructivos. Dentro de este artículo cabe destacar dos apartados que influyen en la realización del proyecto: “1. Los actos no constructivos precisos para la utilización y explotación agrícola, ganadera, forestal, cinegética o análoga a la que los terrenos estén efectivamente destinados podrán llevarse a cabo en suelo rústico de reserva cuando no estén prohibidos o excluidos expresamente por el planeamiento territorial y urbanístico” y “3. En todo caso, los actos no constructivos previstos en este artículo deberán realizarse de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7, número 2, letra a) del presente Reglamento respecto de los medios técnicos y las instalaciones”. En el artículo 19 se recogen los requisitos sustantivos para otros usos y actos adscritos al sector primario, como la construcción en la que se almacenarán los equipos. En este artículo que se encuentra recogido en la ilustración 6 se establece que la superficie mínima sobre la que se va a realizar la construcción vendrá dada por las normas subsidiarias de planeamiento del municipio, a excepción de que se pueda solicitar a la consejería de agricultura el permiso para realizar la construcción en una parcela de menor superficie siempre y cuando se entregue un informe y este se apruebe.

**Ilustración 7: Artículo 19 del decreto 242/2004 de 27 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 242/2004 de 27 de julio.**

**Artículo 19.** (\*) Requisitos sustantivos para otros usos y actos adscritos al sector primario.

1. Los usos, actividades y construcciones a que se refieren las letras b) y c) del número 1 del artículo 11 podrán llevarse a cabo en suelo rústico de reserva cuando el planeamiento territorial o urbanístico los permita y no exista riesgo de formación de núcleo de población.

2. En suelo rústico no urbanizable de especial protección sólo podrán llevarse a cabo los usos, actividades y construcciones previstas en el número 1 anterior cuando se den las condiciones establecidas en el artículo 12.

3. Tratándose de edificaciones adscritas al sector primario, la superficie mínima de la finca, así como la ocupación por la edificación, deberán respetar las condiciones que por ámbitos y tipologías se fijen en las Instrucciones Técnicas de Planeamiento o, en su defecto, lo que de manera motivada y justificada se fije en el planeamiento en función de los usos y actividades a implantar.

4. (\*) No obstante lo establecido en el número 3 anterior, y siempre que el planeamiento no haya establecido previsiones más restrictivas que las fijadas por la Instrucción Técnica de Planeamiento, la Consejería competente en materia de agricultura podrá proponer con carácter excepcional, a instancias del promotor de la actuación, y de manera expresa y justificada mediante informe técnico, la variación para cada caso particular de la superficie mínima de la finca y del porcentaje máximo de ocupación por la edificación que se hayan fijado en dicha Instrucción.

El órgano competente para emitir la calificación urbanística deberá resolver expresamente sobre la superficie de la parcela y el porcentaje de ocupación propuestos, sin que el informe de la Consejería competente en materia de agricultura tenga carácter vinculante para el citado órgano urbanístico.

(\*) Modificado por Decreto 177/2010 de 1 de julio (DOCM 128 de 06-07-2010)

5. La superficie mínima de la finca que se fije por los órganos urbanísticos en aplicación de los números 3 y 4 anteriores, quedará en todo caso vinculada legalmente a las obras, construcciones e instalaciones y sus correspondientes actividades o usos. Esta vinculación legal implicará la afectación real de dicha superficie a las obras, las construcciones, las instalaciones o los establecimientos legitimados por la calificación urbanística, cuando ésta sea necesaria, y la licencia municipal pertinentes. Mientras éstas permanezcan vigentes, dicha superficie no podrá ser objeto de acto alguno que tenga por objeto o consecuencia su parcelación, división, segregación o fraccionamiento. Esta afectación real se hará constar en el Registro de la Propiedad conforme a lo dispuesto en la legislación hipotecaria.

La superficie de la finca que exceda de la mínima establecida en el párrafo anterior podrá no quedar vinculada legalmente a las obras, construcciones e instalaciones y sus correspondientes actividades o usos. De no quedar vinculada podrá ser objeto de parcelación, división, segregación o fraccionamiento de conformidad con lo establecido en el artículo 35 de este Reglamento.

(\*) Incluye corrección de errores publicada en DOCM 24 de 03-02-2005.

Como se va a llevar a cabo el procesado del producto, esto se dispone como uso industrial. Por lo tanto hay que atender al Artículo 23, el cual hace referencia a las actividades industriales y productivas. Según este artículo *“Las actividades industriales y productivas sólo podrán llevarse a cabo en suelo rústico de reserva cuando ordenación territorial y urbanística no las prohíba y no exista riesgo de formación de núcleo de población, debiendo acreditar su necesidad de emplazamiento en las siguientes razones recurrentes: a) Que su normativa reguladora exige su alejamiento de núcleo de población. B) Que se da la inexistencia de suelo específicamente calificado para uso industrial que pudiera albergarlas tanto en el municipio que se trate como en los vecinos, o existiendo aquél, por su ineptitud o insuficiencia para acoger la actividad que se pretende implantar”*. También hace referencia a la superficie mínima de la finca, la cual ya se ha establecido en los artículos anteriores: *“La superficie mínima de la finca y la ocupación por la edificación será la que por ámbitos y tipologías se establezca en las Instrucciones Técnicas de Planeamiento o, en su defecto, la que de manera motivada y justificada se fije en el planeamiento en función del uso y actividades a implantar. El órgano competente para emitir la calificación urbanística deberá resolver expresamente sobre la superficie de la parcela y el porcentaje de ocupación propuestos, sin que el informe de la Consejería competente en materia de industria tenga carácter vinculante para el citado órgano urbanístico.”*

En el artículo 33 se establece el canon de participación municipal. Este artículo se representa en la ilustración 8 y 9.

**Ilustración 8.1: Artículo 33 del decreto 242/2004 de 27 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 242/2004 de 27 de julio.**

**Artículo 33.** Canon de participación municipal.

1. Para todos los actos previstos en esta Sección, así como para cualesquiera otros actos relacionados con usos industriales, terciarios y dotacionales de carácter privado, ya vayan a realizarse en suelo rústico de reserva o no urbanizable de especial protección, la resolución municipal de otorgamiento de la licencia deberá bien fijar el importe que deba satisfacerse en concepto de canon de participación municipal en el uso o aprovechamiento atribuido por la calificación, bien, cuando así lo haya aceptado el municipio, determinar la superficie de suelo sustitutiva de valor equivalente, materializable en cualquier clase de suelo.

2. (\*) La cuantía del canon será del dos por ciento del importe total de la inversión en obras, construcciones e instalaciones a realizar. Se devengará de una sola vez con ocasión del otorgamiento de la licencia urbanística, practicándose una liquidación provisional o a cuenta, bien en función del presupuesto presentado por los interesados, siempre que hubiera sido visado por el colegio oficial correspondiente cuando ello constituya un requisito preceptivo, o bien en función de los índices o módulos si una Ordenanza Municipal así lo establece.

Una vez finalizada la construcción, instalación u obra y teniendo, tras su ejecución, en cuenta el importe real de la inversión en obras, construcciones e instalaciones, el Ayuntamiento, mediante la oportuna comprobación administrativa, practicará la correspondiente liquidación definitiva, exigiendo del interesado o reintegrándole, en su caso, la cantidad que corresponda.

(\*) Modificado por Decreto 177/2010 de 1 de julio (DOCM 128 de 06-07-2010)

3. Quedan exceptuados del pago de este canon las actividades extractivas y mineras y las que se vayan a realizar en bienes de dominio público.

(\*) Incluye corrección de errores publicada en DOCM 24 de 03-02-2005.

**Ilustración 9: Apartado dos del artículo 33 según la modificación del decreto 177/2010 de 1 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 177/2010 de 1 de julio.**

2. La cuantía del canon será del dos por ciento del importe total de la inversión en obras, construcciones e instalaciones a realizar. Se devengará de una sola vez con ocasión del otorgamiento de la licencia urbanística, practicándose una liquidación provisional o a cuenta, bien en función del presupuesto presentado por los interesados, siempre que hubiera sido visado por el colegio oficial correspondiente cuando ello constituya un requisito preceptivo, o bien en función de los índices o módulos si una Ordenanza Municipal así lo establece.

Una vez finalizada la construcción, instalación u obra y teniendo, tras su ejecución, en cuenta el importe real de la inversión en obras, construcciones e instalaciones, el Ayuntamiento, mediante la oportuna comprobación administrativa, practicará la correspondiente liquidación definitiva, exigiendo del interesado o reintegrándole, en su caso, la cantidad que corresponda.

Dentro del decreto existe una sección, la sección 7ª, que hace referencia a los requisitos para los actos de segregación o división de terrenos, reforma o rehabilitación de edificaciones. En esta sección se encuentra el artículo 34: Actos de segregación o división de terrenos, reforma o rehabilitación de edificaciones preexistentes y vallados y cerramientos de parcelas. Este artículo del decreto será importante ya que se va a realizar el vallado perimetral de la finca y por lo tanto deberá cumplir con lo establecido en la ley. Según este artículo “1. Los actos de segregación o división de terrenos, reforma o rehabilitación de edificaciones preexistentes y vallados y cerramientos de parcelas previstos en el número 5 del artículo 11 sólo podrán llevarse a cabo en suelo rústico de reserva cuando estén permitidos por el planeamiento territorial y urbanístico” De esta manera para la elección del tipo de vallado y sus características se acudirá al planeamiento urbanístico municipal donde viene recogida esta información, como se indica en el siguiente apartado del artículo “4. El planeamiento general definirá las características de los vallados y cerramientos de fincas y parcelas. En todo caso, se deberán realizar de manera que no supongan un riesgo para la conservación y circulación de la fauna y la flora silvestre de la zona,



*ni degraden el paisaje, debiendo realizarse con arreglo a las características que deriven de la resolución de Evaluación de Impacto Ambiental, cuando deban someterse a esta."*

En el artículo 35 se exponen los requisitos particulares para la división, segregación o parcelación. Este artículo es importante ya que al tratarse de cinco parcelas colindantes todas ellas de la propiedad del promotor se va a solicitar la segregación de todas ellas en una única. El artículo 35 se representa en la ilustración 10, así mismo los apartados que se ven modificados por el decreto 177/2010 de 1 de julio se representan en la ilustración 11.

**Ilustración 10: Artículo 35 del decreto 242/2004 de 27 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 242/2004 de 27 de julio.**

**Artículo 35.** Requisitos particulares para la división, segregación o parcelación.  
1. (\*) De conformidad con el artículo 91.2 del Texto Refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística, quedan prohibidas las parcelaciones urbanísticas en suelo rústico. En consecuencia no podrán autorizarse actos de división, segregación o parcelación que:  
a) Se propongan realizar o responder a una división fáctica que por sus características pueda suponer riesgo de formación de nuevo núcleo de población, conforme a lo dispuesto en la letra b) del artículo 10 de este Reglamento.  
b) Den lugar a lotes o fincas susceptibles de actos de construcción o edificación y dispongan o vayan a disponer de infraestructuras o servicios colectivos de carácter específicamente urbano o innecesarios para las actividades previstas en los números 2, 3 y 4 del artículo 11: vivienda familiar aislada; obras e instalaciones requeridas por las infraestructuras y servicios de titularidad pública, estatal, autonómica o local; y actividades industriales, terciarias y dotaciones de titularidad privada.  
(\* Modificado por Decreto 177/2010 de 1 de julio (DOCM 128 de 06-07-2010)  
2. La división, segregación o parcelación en cualquiera otra forma de fincas en suelo rústico deberán cumplir, además de los requisitos establecidos en la legislación agraria de aplicación y los requisitos mínimos establecidos en la ordenación territorial y urbanística, los requisitos siguientes:  
1º) En el caso de los actos previstos en el número 1 del artículo 11, dedicado a los usos adscritos al sector primario, la superficie mínima de cada finca resultante será la fijada para la unidad mínima de cultivo en la legislación agraria de aplicación.  
2º) En el caso de los actos previstos en las letras b) y c) del número 5 del artículo 11, la superficie mínima de cada finca resultante será la regulada en la legislación agraria de aplicación.  
3º) En el caso de los restantes usos y actividades contemplados en el artículo 11, la superficie de

---

cada una de las fincas resultantes deberá ser superior a la superficie mínima que resulte aplicable en consideración al número de divisiones. A este efecto regirá la siguiente proporción, en función del uso al que se destinen las fincas resultantes: cuando el acto de división, segregación o parcelación dé lugar a dos fincas, la superficie mínima será la establecida como superficie mínima a efectos de edificación en las Instrucciones Técnicas de Planeamiento o en el planeamiento urbanístico; si da lugar a tres fincas, la superficie mínima será el doble de la establecida como superficie mínima a efectos de edificación; si da lugar a cuatro, la superficie mínima será el triple; y así sucesivamente.  
4º) Las licencias e instrumentos que testimonien los actos de división, segregación o parcelación de fincas rústicas harán constar la condición de indivisible de las fincas resultantes o la superficie mínima en que se pueden dividir o segregar para evitar que por fraccionamiento sucesivo se eluda el cumplimiento del requisito establecido en el apartado 3º anterior.  
3. Asimismo, los actos de división, segregación o división de fincas en suelo rústico deberán cumplir los requisitos establecidos en la legislación hipotecaria.

**Ilustración 11: Modificación del apartado uno del artículo 35 por el decreto 177/2010 de 1 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 177/2010 de 1 de julio.**

1. De conformidad con el artículo 91.2 del Texto Refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística, quedan prohibidas las parcelaciones urbanísticas en suelo rústico. En consecuencia no podrán autorizarse actos de división, segregación o parcelación que:  
a) Se propongan realizar o responder a una división fáctica que por sus características pueda suponer riesgo de formación de nuevo núcleo de población, conforme a lo dispuesto en la letra b) del artículo 10 de este Reglamento.  
b) Den lugar a lotes o fincas susceptibles de actos de construcción o edificación y dispongan o vayan a disponer de infraestructuras o servicios colectivos de carácter específicamente urbano o innecesarios para las actividades previstas en los números 2, 3 y 4 del artículo 11: vivienda familiar aislada; obras e instalaciones requeridas por las infraestructuras y servicios de titularidad pública, estatal, autonómica o local; y actividades industriales, terciarias y dotaciones de titularidad privada.

Existen una serie de actuaciones sobre el suelo que requieren de una calificación, estas se detallan en el artículo 37: actos que requieren calificación. Este artículo se

representa en la ilustración 12, y es de vital importancia para la trascendencia del proyecto.

**Ilustración 12: Artículo 37 del decreto 242/2004 de 27 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 242/2004 de 27 de julio.**

**Artículo 37.** Actos que requieren calificación.

1. En el suelo rústico de reserva requerirán calificación urbanística, previa a la licencia municipal:
  - a) Las obras e instalaciones relacionadas con usos dotacionales de titularidad pública.
  - b) Los actos y construcciones relacionados con los usos industriales, terciarios y dotacionales de titularidad privada.
  - c) Las edificaciones adscritas al sector primario que no impliquen transformación de productos cuando rebasen los 6 metros de altura total a alero.
2. En el suelo rústico no urbanizable de especial protección requerirán calificación urbanística previa a la licencia municipal todos los actos previstos en el artículo 11, con la única excepción de los siguientes:
  - a) Los actos no constructivos precisos para la utilización y explotación agrícola, ganadera, forestal, cinegética o análoga a la que los terrenos estén destinados.
  - b) La división de fincas o la segregación de terrenos.Esta excepción se entenderá sin detrimento de los requisitos o autorizaciones que otras Administraciones impongan para su realización en esta categoría de suelo.
3. Se entenderá implícita la concesión de calificación urbanística en la aprobación de los proyectos de obras y servicios de titularidad pública estatal, autonómica o local.
4. También se entenderá implícita la calificación urbanística en la aprobación de proyectos de obras y servicios promovidos por particulares en los siguientes casos y con los siguientes requisitos:
  - a) Que se trate de proyectos u obras relativas a la implantación de instalaciones de transporte y distribución de energía eléctrica o de instalaciones fijas de radiocomunicaciones con sistemas radiantes susceptibles de generar o recibir ondas radioeléctricas en un intervalo de frecuencia comprendido entre 10 KHz y 300 GHz.
  - b) Que vayan a implantarse en suelo rústico de reserva.
  - c) Que los proyectos u obras respeten el resto de requisitos previstos en este Reglamento, en particular, los requisitos sustantivos previstos en el artículo 29. La comprobación del cumplimiento

---

de estos requisitos corresponderá a los Ayuntamientos en el momento de emitir la correspondiente licencia.

- d) Que los proyectos de obras y servicios se encuentren incluidos en planes o instrumentos aprobados por la Administración autonómica o estatal y publicados en el Boletín oficial correspondiente.
5. En el caso de obras, construcciones e instalaciones para usos integrados en áreas de servicio de toda clase de carreteras, que deban ser ejecutados o desarrollados por particulares, la calificación se otorgará mediante informe preceptivo y vinculante de la Consejería competente en materia de ordenación territorial y urbanística, que deberá ser requerido por la Administración o el órgano administrativo responsable de la correspondiente carretera.

En el siguiente artículo, el 38, se desarrolla el contenido de la calificación que describe el artículo anterior. Los aspectos sobre los que hace hincapié se encuentran representados en la ilustración 13.

**Ilustración 13: Artículo 38 del decreto 242/2004 de 27 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 242/2004 de 27 de julio.**

**Artículo 38.** Contenido de la calificación.

1. La calificación urbanística, cuando sea precisa para la legitimación de actos de construcción, uso y aprovechamiento del suelo rústico de reserva promovidos por particulares, deberá:

1º) Determinar exactamente las características del aprovechamiento que otorgue, así como las condiciones para su materialización, de conformidad con la declaración de impacto ambiental cuando ésta sea legalmente exigible y se haya emitido con carácter previo a la resolución de calificación urbanística.

2º) Fijar la superficie de terrenos que deba ser objeto de replantación o de medidas excepcionales de apoyo a la regeneración natural de la vegetación para preservar los valores naturales o agrarios de éstos y de su entorno; en caso de ser necesaria, dicha superficie no podrá ser inferior a la mitad de la total de la finca en los casos de depósito de materiales, almacenamiento de maquinaria, estacionamiento de vehículos y de equipamientos colectivos e instalaciones o establecimientos industriales o terciarios, pudiendo disponerse en todo el perímetro barreras arbóreas, con el objeto de su mejor integración en el entorno. En cualquier caso, a la hora de fijar la superficie objeto de replantación o regeneración natural se deberán tener en cuenta las posibles restricciones a la presencia de elementos vegetales derivadas de la legislación sectorial aplicable.

3º) Establecer el plan de restauración o de obras y trabajos para la corrección de los efectos derivados de las actividades o usos desarrollados y la reposición de los terrenos a determinado estado, que deberá ser ejecutado al término de dichas actividades o usos y, en todo caso, una vez caducada la licencia municipal y la calificación que le sirva de soporte. Este plan sólo procederá en los casos de instalaciones y actividades extractivas y mineras; depósito de materiales, almacenamiento de maquinaria y estacionamiento de vehículos; y equipamientos colectivos e instalaciones o establecimientos industriales y terciarios.

2. La calificación que legitime actos de construcción, uso y aprovechamiento del suelo rústico no urbanizable de especial protección deberá contener las determinaciones establecidas en el número 1 anterior y mencionar de manera expresa la legislación sectorial concreta que posibilita la realización de los mismos.

3. El órgano competente podrá denegar la calificación urbanística del suelo rústico mediante resolución motivada, de conformidad con lo establecido en el artículo 54.1.f) de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, cuando a su juicio la actividad de que se trate pueda provocar un impacto territorial indeseable o perjudicar la conservación de los valores naturales del suelo rústico.

Para la realización del proyecto se precisa de licencia municipal, los actos que requieren este documento se recogen en el artículo 39: *“Los actos enumerados en el artículo 11 que vayan a realizarse en suelo rústico, de reserva o no urbanizable de especial protección, precisarán para su legitimación licencia municipal, con la única excepción de los actos no constructivos precisos para la utilización y explotación agrícola, ganadera, forestal, cinegética o análoga a la que los terrenos estén destinados”*. Para el desarrollo y puesta en marcha del proyecto habrá que tener en cuenta el artículo 40, por el cual se establecen las condiciones legales mínimas y la caducidad y vigencia de las licencias municipales; este artículo se muestra en la ilustración 14.

**Ilustración 14: Artículo 40 del decreto 242/2004 de 27 de julio. Fuente: Imagen extraída del decreto 242/2004 de 27 de julio.**

---

**Artículo 40.** Las condiciones legales mínimas y la caducidad y vigencia de las licencias municipales.

1. Las licencias municipales deberán integrar el contenido de las calificaciones urbanísticas previas a título de condiciones legales mínimas.

Cuando, de conformidad con el artículo 37.4 de este Reglamento, la calificación urbanística del

---

suelo rústico de reserva se entienda implícita en la aprobación de proyectos u obras promovidas por particulares, la licencia municipal deberá concretar las características del aprovechamiento que otorgue, así como las condiciones para su materialización de conformidad con la declaración de impacto ambiental; fijar la superficie de terrenos que deba ser objeto de replantación o regeneración natural de la vegetación para preservar los valores naturales o agrarios de éstos y su entorno; y establecer el plan de restauración o de obras o trabajos para la corrección de los efectos de la actividad de que se trate, en los términos previstos en el artículo 38.1. Asimismo fijará, en su caso, el canon urbanístico de acuerdo con el artículo 33 de este Reglamento.

2. Las licencias municipales se otorgarán:

a) Por plazo indefinido, las relativas a vivienda familiar, obras, construcciones e instalaciones y sus respectivos usos o actividades, vinculadas a explotaciones agrícolas, ganaderas, forestales, cinegéticas o análogas.

b) Por el plazo que proceda conforme a la legislación sectorial correspondiente, las relativas a las obras, construcciones e instalaciones, y sus usos o actividades correspondientes, vinculadas a la extracción o explotación de recursos o la primera transformación de éstos, así como las que descansen en concesiones demaniales o de servicio público.

c) Por plazo determinado fijado en función del tiempo preciso para la amortización de la inversión inicial en los casos previstos en el número 4 del artículo 11, sin perjuicio de lo establecido al respecto en la legislación sectorial para la extracción o explotación de recursos y la primera transformación de éstos.

Cuando las licencias, debiendo fijarlo, no contengan determinación del plazo de su vigencia, éste será de diez años.

El plazo de vigencia de la licencia podrá ser prorrogado sucesivamente, siempre antes del vencimiento del que estuviera corriendo. La primera prórroga no podrá exceder de diez años y las sucesivas no podrán superar, cada una de ellas, los cinco años.

3. Las licencias municipales caducarán:

a) Por incumplimiento de las condiciones de la calificación urbanística o de las demás impuestas en las licencias, así como de cualesquiera otras determinaciones sustantivas de la ordenación territorial y urbanística.

b) Por el transcurso del plazo en ellas otorgado y, en su caso, de sus prórrogas, sin necesidad de trámite o declaración administrativa alguna.

4. La caducidad de la licencia municipal supondrá la de la calificación urbanística presupuesto de la misma, implicará el cese de la actividad o el uso legitimado por una y otra y determinará, sin necesidad de requerimiento u orden de ejecución algunos, el comienzo del cómputo de los plazos de ejecución previstos en el correspondiente plan de restauración o de trabajos de reposición de los terrenos a determinado estado para el cumplimiento de esta obligación.

En el artículo 42 de este decreto se define el órgano competente que emitirá la calificación urbanística. Según este artículo: *“1. La calificación urbanística será otorgada por la Consejería competente de ordenación territorial y urbanística cuando se trate de: b) los actos previstos en el número 1 del artículo 37 que pretendan ejecutarse en el suelo rústico de reserva en municipios de menos de 10000 habitantes de derecho”* Por lo tanto el municipio de Sigüenza entraría en este apartado b), ya que estamos ante una población de 4496 habitantes.

## **2.2. Orden de 31 de marzo de 2003, modificada por la Orden 1 de febrero de 2016.**

Esta orden comparte numerosos aspectos con el decreto estudiado anteriormente debido a que derivan de las normas subsidiarias de planeamiento. Por lo tanto mucho del contenido de esta orden está presente en el decreto visto anteriormente.

*“El objeto de la presente instrucción técnica de planeamiento es concretar la superficie mínima que deberán tener las fincas y la superficie máxima de ocupación sobre las mismas que deberán respetar las obras, construcciones e instalaciones de nueva planta que pretendan implantarse en suelo rústico, así como las obras de reforma o rehabilitación que afecten a elementos estructurales o de fachada o de cubierta o que supongan un aumento de la superficie construida o un cambio de destino de construcciones ya existentes”.*

En el artículo 2 se realiza una clasificación de las construcciones al igual que en el decreto anterior y siguiendo la misma estructura. Esto se debe a que esta clasificación

deriva del Texto Refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística. Según esto resulta de interés en el proyecto las obras, construcciones e instalaciones adscritas al sector primario y las obras, construcciones e instalaciones adscritas a usos industriales, terciarios y dotacionales de titularidad privada. Estas clasificaciones se representan en las ilustraciones 15, 15.1 y 15.2.

**Ilustración 15: Apartado primero del artículo 2 de la orden 31 de marzo de 2003 modificada por la orden 1 de febrero de 2016. Fuente: Imagen extraída de la orden 1 de febrero de 2016**

1. Obras, construcciones e instalaciones adscritas al sector primario.

- a) Almacenes vinculados a la actividad agrícola destinados al acopio y depósito de materias primas y aperos de uso agrario.
- b) Granjas e instalaciones destinadas a la estabulación y cría de ganado.
- c) Otras construcciones diferentes de las enunciadas en las letras anteriores relacionadas con la actividad agrícola y ganadera y con actividades primarias, incluidas las que impliquen transformación de productos.
- d) Instalaciones relacionadas con la explotación forestal y silvícola.
- e) Instalaciones relacionadas con la caza y la actividad cinegética.

**Ilustración 15.1: Apartado cuarto del artículo 2 de la orden 31 de marzo de 2003 modificada por la orden 1 de febrero de 2016. Fuente: Imagen extraída de la orden 1 de febrero de 2016**

4. Obras, construcciones e instalaciones adscritas a usos industriales, terciarios y dotacionales de titularidad privada.

a) Usos industriales:

- Actividades extractivas y mineras, incluida la explotación de canteras y extracción de áridos.
- Actividades industriales y productivas clasificadas, no incluidas dentro del sector primario, que por exigencia de su normativa reguladora, o en virtud de lo dispuesto en la legislación urbanística, deban emplazarse alejadas de los núcleos de población o fuera de polígono industrial.
- Depósito de materiales y residuos, almacenamiento de maquinaria y estacionamiento de vehículos que se realicen enteramente al aire libre y no requieran instalaciones o construcciones de carácter permanente; talleres de reparación de vehículos.

b) Usos terciarios:

- Usos comerciales: Establecimientos comerciales y tiendas de artesanía y productos de la comarca.
- Usos hosteleros y hoteleros: Establecimientos hoteleros y hosteleros; establecimientos de turismo rural; campamentos de turismo (camping) e instalaciones similares.
- Usos recreativos: Centros deportivos, recreativos y de ocio.

c) Usos dotacionales:

- Elementos pertenecientes al ciclo hidráulico, incluida la captación y las redes de abastecimiento, saneamiento, depuración, vertido y reutilización de aguas residuales.
- Elementos pertenecientes al sistema energético en todas sus modalidades, incluida la generación, redes de transporte y distribución.
- Elementos pertenecientes a la red de telecomunicaciones.
- Elementos pertenecientes al sistema de tratamiento de residuos, incluyendo los sistemas de recogida, tratamiento y vertido.
- Elementos fijos pertenecientes al sistema viario de comunicaciones y de transportes en sus modalidades.
- Servicios integrados en áreas de servicio vinculadas a las carreteras.
- Estaciones aisladas de suministro de carburantes.
- Otros equipamientos como los destinados a actividades y servicios culturales, científicos, asistenciales, religiosos, funerarios y similares.\*

Segundo. Se añade un nuevo apartado al artículo 3, el tercero, con la siguiente redacción:

\*3. Excepcionalmente, para aquellos usos y actividades cuyo relevante interés social o económico resulte en cada caso justificarlo, podrá otorgarse licencia para la realización de obras, construcciones e instalaciones en fincas de

**Ilustración 15.2: Apartado cuarto del artículo 2 de la orden 31 de marzo de 2003 modificada por la orden 1 de febrero de 2016. Fuente: Imagen extraída de la orden 1 de febrero de 2016.**

\*3. Excepcionalmente, para aquellos usos y actividades cuyo relevante interés social o económico resulte en cada caso justificado, podrá otorgarse licencia para la realización de obras, construcciones e instalaciones en fincas de

AÑO XXXV Núm. 26

9 de febrero de 2016

2629

menor superficie y/o con mayor porcentaje de ocupación, siempre y cuando se den de modo concurrente los siguientes requisitos:

- a) Que la actuación resulte compatible con el carácter rural del suelo, adoptándose las medidas que pudieran ser precisas al efecto.
- b) Que exista informe previo favorable de la Consejería competente en materia del uso o actividad propuesta.
- c) Que exista informe previo y vinculante favorable de la Comisión Provincial de Ordenación del Territorio y Urbanismo para actuaciones en municipios de menos de 50.000 habitantes de derecho o de la Comisión Regional de Ordenación del Territorio y Urbanismo en el resto de municipios. Dicho informe se podrá emitir conjuntamente con la calificación urbanística cuando la actividad la requiera de acuerdo con la normativa urbanística vigente.
- d) Que no sean obras, construcciones e instalaciones relacionadas con el uso residencial unifamiliar.\*

En el artículo tercero de esta orden se pone de manifiesto la superficie mínima de las fincas y la superficie máxima ocupada por la edificación. Estas disposiciones se presentan a continuación en la ilustración 16. Este artículo es de gran interés de cara a la construcción de las edificaciones para desarrollar el proyecto.

**Ilustración 16: Artículo tres de la orden 31 de marzo de 2003. Fuente: Imagen extraída de la orden 31 de marzo de 2003.**

Artículo 3. Superficie mínima de las fincas y superficie máxima ocupada por la edificación.

1. Las obras, construcciones e instalaciones deberán realizarse sobre fincas que cuenten con las superficies mínimas que por ámbitos y tipologías se establecen en los artículos siguientes. Asimismo deberán respetar las limitaciones establecidas respecto a la superficie máxima que puede ser ocupada por la edificación.
  2. La ordenación urbanística podrá establecer motivada y justificadamente dimensiones mayores respecto de la parcela mínima, así como establecer previsiones más restrictivas respecto de la superficie ocupada por la edificación.
  3. (\*)Excepcionalmente, para aquellos usos y actividades cuyo relevante interés social o económico resulte en cada caso justificado, podrá otorgarse licencia para la realización de obras, construcciones e instalaciones en fincas de menor superficie y/o con mayor porcentaje de ocupación, siempre y cuando se den de modo concurrente los siguientes requisitos:
    - a) Que la actuación resulte compatible con el carácter rural del suelo, adoptándose las medidas que pudieran ser precisas al efecto.
    - b) Que exista informe previo favorable de la Consejería competente en materia del uso o actividad propuesta.
    - c) Que exista informe previo y vinculante favorable de la Comisión Provincial de Ordenación del Territorio y Urbanismo para actuaciones en municipios de menos de 50.000 habitantes de derecho o de la Comisión Regional de Ordenación del Territorio y Urbanismo en el resto de municipios. Dicho informe se podrá emitir conjuntamente con la calificación urbanística cuando la actividad la requiera de acuerdo con la normativa urbanística vigente.
    - d) Que no sean obras, construcciones e instalaciones relacionadas con el uso residencial unifamiliar.
- (\*) Añadido por Orden de 1 de febrero de 2016 (DOCM 26 de 09-02-2016)

En el artículo cuarto se hace referencia a las obras, construcciones e instalaciones relacionadas con el sector primario. Al encontrarnos sobre un suelo rústico de reserva la superficie mínima de la finca será de una hectárea debido a que se cumple el apartado c) del primer punto del artículo, como se muestra en la ilustración 17. Además, tal y como se indica en el tercer punto del artículo *“La superficie máxima ocupada por la edificación no podrá superar el 10% de la superficie total de la finca en todos los casos”*.

**Ilustración 17: Primer punto de artículo cuarto de la orden 31 de marzo de 2003 modificada por la orden 1 de febrero de 2016. Fuente: Imagen extraída de la orden 1 de febrero de 2016.**

Tercero. El apartado primero del artículo 4 queda redactado de la siguiente forma:

“1. La superficie mínima de la finca será de una hectárea en suelo rústico de reserva y de hectárea y media en suelo rústico no urbanizable de especial protección en los siguientes supuestos:

- a) Almacenes vinculados a la actividad agrícola destinados al acopio y depósito de materias primas y aperos de uso agrario.
- b) Granjas e instalaciones destinadas a la estabulación y cría de ganado.
- c) Otras construcciones diferentes de las enunciadas en las letras anteriores relacionadas con la actividad agrícola y ganadera y con actividades primarias, incluidas las que impliquen transformación de productos.”

### **2.3. Normas de Ordenación Subsidiarias de Planeamiento y Adaptación a la L.O.T.A.U y Reglamento de Suelo Rústico.**

Tanto el anterior decreto como la orden provienen ambos de las normas subsidiarias de planeamiento. El arquitecto municipal facilitó para el desarrollo del proyecto un documento en el cual se presentan las normas subsidiarias de planeamiento que se encuentran adaptadas a la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística y al reglamento de suelo rústico. Mediante este documento de consulta pública se pueden conocer el resto de condicionantes que impone la ley para llevar a cabo la construcción en el emplazamiento deseado.

El suelo sobre el que se va a desarrollar el proyecto se corresponde con suelo rústico, se define concretamente como suelo rústico de reserva ya que “*corresponde fundamental a aquellos suelos que, sin tener entidad para ser adscritos a ninguna de las categorías de Suelo Rústico de Protección, no se han de considerar incorporables como suelo Urbanizable de acuerdo al modelo de las NNSS, tal como prescriben el Reglamento de Suelo Rústico (RSR)*”. Según la normativa municipal se establece unos actos de aprovechamiento y uso del suelo, los cuales se muestran a continuación en la ilustración 18. Otro aspecto al que hace referencia esta normativa es *a” la preservación del carácter rural de este tipo de suelo y la no formación en él de nuevos núcleos de población, así como la adopción de las medidas precisas para proteger el medio ambiente y asegurar el mantenimiento de la calidad y funcionalidad de las infraestructuras y los Servicios Públicos correspondientes”*.

Un aspecto fundamental de cara al diseño de la construcción es a las determinaciones subsidiarias para las construcciones y edificaciones en suelo rústico, es decir normas subsidiarias de planeamiento, son las siguientes:

1. *Tener el carácter de aisladas.*
2. *Retranquearse, como mínimo. Conco metros a linderos que podrá excepcionarse con autorización de la titularidad colindante, manifestado en documentado público, e inscrita en el registro de la propiedad y quince metros al eje de caminos o vías de acceso. Esta última distancia, no sea aplicable a infraestructuras sin*

*obra estructural por encima de la rasante del terreno y de las dotaciones del artículo 4.c de la orden 31/03/2003, de la JCCM. (instrucción de planeamiento).*

3. *No tener ni más de dos plantas , ni una altura a cumbre superior a ocho metros y medio, medidas en cada punto del terreno natural original, salvo que las características específicas de su uso hicieran imprescindible superarlas en alguno de sus puntos.*

De esta manera será un condicionante para la construcción su ubicación dentro de la parcela así como su superficie y altura. Se realiza una solicitud por escrito para poder modificar esa distancia a linderos y caminos o viales dado que de esta manera se podrá optimizar más la superficie total del terreno sobre el que se va a desarrollar el proyecto. El ámbito de aplicación de esta norma recae sobre el municipio de Sigüenza y sus núcleos agregados, por lo tanto es de total cumplimiento de cara a la realización de las obras.

**Ilustración 18: Reglas del aprovechamiento del suelo rústico. Fuente: Normativa urbanística del Municipio de Sigüenza.**

1. No suponer un daño o riesgo para la conservación de las áreas y recursos naturales protegidos.

---

38



2. Ser adecuados al uso y la explotación a los que se vinculen y guardar estricta proporción con las necesidades de los mismos.
3. No podrá, en los lugares de paisaje abierto, ni limitar el campo visual, ni romper el paisaje, así como tampoco desfigurar, en particular, las perspectivas de los núcleos, monumentos e inmediaciones de las carreteras y los caminos.
4. No podrá realizarse ningún tipo de construcciones en terrenos de riesgo natural.
5. No podrán suponer la construcción con características tipológicas o soluciones estéticas propias de las zonas urbanas, en particular, de viviendas colectivas, naves y edificios que presenten paredes medianeras vistas.
6. Se prohíbe la colocación y el mantenimiento de anuncios, carteles, vallas publicitarias o instalaciones de características similares, salvo los oficiales y los que reúnan las características fijadas por la Administración en cada caso o competente que se sitúen en carreteras o edificios y construcciones y no sobresalgan, en este último supuesto, del plano de la fachada.
7. Las construcciones deberán armonizarse en el entorno inmediato, así como con las características propias de la arquitectura rural o tradicional de la zona donde se vayan a implantar.
8. Las construcciones deberán presentar todos sus paramentos exteriores y cubiertas totalmente terminados, con empleo en ellos de las formas y los materiales que menor impacto produzcan, así como de los colores tradicionales en la zona o, en todo caso, los que favorezcan en mayor medida la integración en el entorno inmediato y en el paisaje. Sobre el Suelo Rústico de Protección en cualquiera de sus categorías, salvo la Extractiva, se prohíbe la actividad minera de cualquier tipo, así como la construcción de instalaciones no compatibles con las permitidas en el artículo 61 de la LOTAU para este tipo de suelos y en el RSR.

En esta norma se plantean los usos admisibles en el suelo rústico que se regulan en función de las condiciones particulares establecidas para cada una de las categorías de suelo, de protección o de reserva, que de cara a este proyecto cabe destacar los Usos del Sector Primario, los cuales se representan en la ilustración 19, así como los Usos Industriales de titularidad privada, en este caso lo relevante para la puesta en



marcha del proyecto sería su segundo apartado : “b) actividades industriales y productivas clasificadas”.

**Ilustración 19: Usos del Suelo Rústico por sectores: Usos del Sector Primario. Fuente: Imagen extraída de las NNSS de planeamiento de Sigüenza.**



#### **1. Usos del Sector Primario**

- a. Almacenes de materias primas y aperos.
- b. Granjas e instalaciones destinadas a la estabulación y cría de ganado, con una capacidad productiva máxima de 120 UGM, de acuerdo con la tabla de conversión contemplada en el artículo 2 del Real Decreto 1131/2010 de 10 de septiembre.
- c. Construcciones relacionadas con actividades agrícolas y ganaderas, y con actividades primarias de carácter análogo, tales como balsas de riego, naves de champiñón, viveros, invernaderos, piscifactorías, etcétera.
- d. Instalaciones para la explotación forestal y silvícola.
- e. Instalaciones relacionadas con la caza y actividades cinegéticas.

Están incluidos en este supuesto tanto las edificaciones de nueva planta como las reformas o rehabilitaciones de edificaciones existentes que afecten a elementos estructurales o de fachada o cubierta o que supongan un aumento de la superficie construida.

Existe un apartado que hace referencia únicamente a los vallados, según esta normativa habrá que presentar una justificación de la necesidad de uso de este elemento, la cual será entregada en las oficinas correspondientes del ayuntamiento alegando motivos como el control de daños por fauna, así como cumplir con los requisitos expuestos a continuación en la ilustración 20. De cara al proyecto se optará por un vallado constituido por elementos diáfanos de metro y medio y ubicados a cinco metros de los ejes o viales. En el caso del terreno escogido no existen cauces de aguas o lagunas por lo que no es necesario guardar ninguna distancia más.

**Ilustración 20: Características del vallado según las NNSS de planeamiento. Fuente: Imagen extraída de las NNSS de planeamiento del municipio de Sigüenza.**

#### **14.1.12 Características de la Edificación. Vallados.**

Los vallados de parcelas sobre el Suelo Rústico, siempre que se justifique su necesidad por el uso a que se destine la parcela, deberá ser cinegético y estará formado por cerramiento diáfano de tela metálica o plastificada sin soportes ni zócalos de piedra o muro de fábrica alguno, excepto en el frente a camino público de acceso a la parcela y sin rebasar en cualquiera de sus elementos un metro (1,00) de altura en los elementos ciegos y de un metro con cincuenta centímetros (1,50) en los elementos diáfanos.

Cuando el uso de la parcela no justifique su vallado se procurará el simple amojonamiento de la finca en los vértices y perímetro a modo de deslinde de la misma. Cuando la finca matriz sea colindante con una vía pecuaria, o con un camino, será preceptivo que, con carácter previo a la autorización se proceda al deslinde del dominio público. En el supuesto de que éste hubiera sido invadido por dicha finca la autorización condicionará el otorgamiento de la licencia a que, previamente se haya procedido a la restitución del dominio público, rectificando el cerramiento en su caso.

En todos los casos el cerramiento de la parcela deberá establecerse como mínimo a cinco (5) metros del eje del camino público o distancia superior si el camino público fuese de superior anchura. Cuando se trate de cauces y lagunas se estará a lo dispuesto en la Ley del Aguas y del Reglamento del Dominio Público hidráulico (Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo).

Se establecen unas superficies mínimas de la finca sobre la que se establecerá la construcción así como la superficie máxima que podrá tener esta construcción. Según este apartado de la norma *“La superficie mínima de la finca y la ocupación máxima permitida para cualquier edificación que obtenga calificación urbanística, o instalación de interés social, será la que resulte de aplicación de la Orden 31 de marzo de 2003 sobre determinados requisitos sustantivos que deberán cumplir las obras, construcciones e instalaciones en suelo rústico, según el resumen siguiente:”* Según esta tabla y atendiendo a lo dispuesto en el artículo cuarto y en el primer apartado de la modificación de 1 de febrero de 2016 sobre la orden 31 de marzo de 2003 se puede clasificar a las construcciones del proyecto como *“c) Otras construcciones diferentes de las enunciadas en las letras anteriores relacionadas con la actividad agrícola y ganadera y con actividades primarias, incluidas las que impliquen transformación”*. De esta manera la superficie mínima será de una hectárea y la ocupación de la construcción sobre esta del 10% máximo.

**Ilustración 21: Superficie mínima de la finca y ocupación máxima en función del tipo de uso. Fuente: Tabla extraída de las NNS de planeamiento del municipio de Sigüenza.**

| SUELO RÚSTICO DE RESERVA                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                          |                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| USO                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | SUPERFICIE MINIMA | OCUPACION MAXIMA PARCELA | OBSERVACIONES (1)           |
| Sector Primario 1                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,00 Ha.          | 10,00%                   |                             |
| Sector Primario 2 (Forestal y Cinegético)                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,50 Has.         | 10,00%                   | distancias (2)              |
| Residencial unifamiliar                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,00 Ha.          | 2,00%                    |                             |
| Industrial. Actividades Extractivas                                                                                                                                                                                                                                                                        | Libre             | Libre                    |                             |
| Industrial. Actividades productivas 1                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3,00 Ha.          | 10,00%                   |                             |
| Industrial. Actividades productivas 2                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,50 Ha.          | 10,00%                   |                             |
| Comercial                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,00 Ha.          | 2,00%                    |                             |
| Tiendas de artesanía y productos de la tierra                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,00 Ha.          | 5,00%                    |                             |
| Terciarios hosteleros menor de 750 m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,00 Ha.          | 7,50%                    | Menor de 750 m <sup>2</sup> |
| Terciarios hosteleros mayor de 750 m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                          | 3,00 Ha.          | 5,00%                    | Mayor de 750 m <sup>2</sup> |
| Terciario hotelero turismo rural                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,00 Ha.          | 10,00%                   |                             |
| Acampada y campamentos de turismo                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,50 Has.         | 2,00%                    |                             |
| Recreativos no hosteleros ni de Ocio                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1,50 Ha.          | 5,00%                    |                             |
| Dotacionales privados                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,50 Has.         | 10%                      |                             |
| Dotacional titularidad público                                                                                                                                                                                                                                                                             | Libre             | Libre                    |                             |
| (1) Estas condiciones, están sujetas al cumplimiento de las excepciones previstas en el RSLOTAU y en las Instrucciones Técnicas de Planeamiento.                                                                                                                                                           |                   |                          |                             |
| (2) Las granjas e instalaciones destinadas a la cría y de estabulación de ganado, tendrán una distancia entre sus edificaciones igual o superior a 1.500 metros. La distancia de las granjas a núcleos urbanos será superior a 2.000 metros, excepto al casco urbano de Sigüenza que será de 4.000 metros. |                   |                          |                             |

Dentro de las normas subsidiarias de planeamiento del municipio de Sigüenza se encuentran resumidas en una tabla las condiciones que deben cumplir las edificaciones en Suelo Rústico de reserva, estas se muestran a continuación en la ilustración 22.

**Ilustración 22: Condiciones de la edificación en suelo rústico de reserva. Fuente: Tabla extraída de las NNSS de planeamiento del municipio de Sigüenza.**

| <b>SUELO RÚSTICO DE RESERVA</b>                               |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Parcela Mínima de Actuación                                   | Según apartado Condiciones Actuación                                                |
| Retranqueo a carretera                                        | Lo regulado por la normativa sectorial (1)                                          |
| Retranqueo a otros linderos y/o parcelas privadas             | 5 metros (2)                                                                        |
| Altura Máxima de la Edificación residencial a cornisa o alero | 6,00 metros (Baja+ 1 planta)                                                        |
| Altura Máxima de la Edificación otros usos                    | 8,50 metros (Baja+ 1 planta)                                                        |
| Separación a edificaciones de uso residencial                 | 200 m a uso residencial                                                             |
| Separación a edificaciones de uso no residencial              | 50 m a otros usos                                                                   |
| Condiciones Estéticas                                         | Según las condiciones estéticas del entorno y construcciones rurales tradicionales. |

Según estas condiciones la parcela mínima de actuación será de una hectárea para el uso previsto en el proyecto; en cuanto a la altura máxima de la edificación para el uso planteado es de ocho metros y medio a la cumbre pudiendo dividirse en una planta más un bajo. Las cubiertas deberán realizarse en materiales y colores que no sean discordantes con el entorno o inapropiados, evitando producir un impacto visual o estético negativo. Además está prohibida la construcción de cubiertas con fibrocemento.

#### **4. REAL DECRETO 1201/2002 DE 20 DE NOVIEMBRE.**

En el presente decreto se regula la producción integrada de productos agrícolas y tiene por objeto establecer las normas de producción y los requisitos generales que deben cumplir los operadores que se acojan a los sistemas de producción integrada; la regulación del uso de las identificaciones de garantía que diferencien estos productos ante el consumidor; el reconocimiento de las agrupaciones de producción integrada en agricultura para el fomento de dicha producción; y la creación de la Comisión Nacional de Producción Integrada encargada del asesoramiento y coordinación en materia de producción integrada. Lo previsto en esta disposición será de aplicación a los productos vegetales y sus transformados.

En el Artículo dos de este Real Decreto se definen los conceptos principales de la producción agrícola, este artículo se representa en la ilustración 23.

**Ilustración 23: Artículo 2 del Real Decreto 12001/2002 de 20 de noviembre. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 12001/2002 de 20 de noviembre.**

**Artículo 2. Definiciones.**

A los efectos de lo dispuesto en el presente Real Decreto, se entenderá por:

- a) Producción integrada: los sistemas agrícolas de obtención de vegetales que utilizan al máximo los recursos y los mecanismos de producción naturales y aseguran a largo plazo una agricultura sostenible, introduciendo en ella métodos biológicos y químicos de control, y otras técnicas que compatibilicen las exigencias de la sociedad, la protección del medio ambiente y la productividad agrícola, así como las operaciones realizadas para la manipulación, envasado, transformación y etiquetado de productos vegetales acogidos al sistema.
- b) Comercialización: la venta o suministro por un operador a otro operador, incluyendo la puesta a disposición, el almacenamiento, la exposición para la venta o la oferta de venta de productos vegetales.
- c) Operador: toda persona física o jurídica que obtenga, manipule, elabore, envase, etiquete, almacene o comercialice productos vegetales en las condiciones establecidas en la presente disposición.
- d) Autoridad competente: el órgano designado por la Comunidad Autónoma para la aplicación y desarrollo, dentro de su ámbito territorial, de lo establecido en la presente disposición o, en su caso, por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- e) Entidades de certificación: son aquellas entidades acreditadas por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) para realizar las funciones de control y certificación, a la que deberá estar sometida la producción para que los productos obtenidos puedan ser distinguidos con una identificación de garantía de producción integrada, de acuerdo con lo previsto en el capítulo III del presente Real Decreto o, en su caso, aquellas acreditadas por cualquier otro organismo de acreditación firmante del Acuerdo Multilateral de Reconocimiento de la «European Cooperation for Accreditation» (EA).
- f) Etiquetado: todas las menciones, indicaciones, identificaciones de fábrica o de comercio, imágenes o

En el tercer artículo de este Real Decreto se establecen las normas de producción y comercialización para los sistemas de producción integrada. Estas normas se encuentran representadas en la ilustración 24 y serán importantes para el desarrollo de la explotación de la plantación en los años sucesivos a la instauración de esta.

**Ilustración 24: Artículo tres del Real Decreto 12001/2002 de 20 de noviembre. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 12001/2002 de 20 de noviembre.**

## CAPÍTULO II

### Sistemas de producción integrada

Artículo 3. *Normas de producción y comercialización.*

1. El sistema de producción integrada regulado en el presente Real Decreto implica que en la producción y comercialización de los productos mencionados en el apartado 2 del artículo 1 deberán cumplirse los requisitos establecidos en las normas generales de producción integrada del anexo I y, en su caso, las normas generales de producción integrada para industrias de transformación del anexo II; así como en las normas técnicas específicas que para cada cultivo o grupo de cultivos se establezcan reglamentariamente.

2. Las distintas fases del proceso de producción y comercialización podrán ser realizadas por operadores distintos.

Los distintos operadores podrán formalizar acuerdos entre sí para la realización de alguna de las fases del proceso, haciendo constar expresamente en los acuerdos el sometimiento de las partes al sistema de control previsto en el presente Real Decreto.

Siguiendo el orden lógico de la ley, en el siguiente artículo se encuentran las condiciones de inscripción y registro de los operadores, estas serán de obligado cumplimiento para poder legalizar la actividad que se va a desarrollar. Por ello y según el punto dos del artículo en su apartado b) precisa de una memoria descriptiva de las instalaciones, la cual se entregará en forma de anteproyecto para poder legalizar la explotación, y de esta manera hacer consecuente el proyecto. En el artículo cinco se establecen las obligaciones de los operadores, las cuales se encuentran en la ilustración 25.

**Ilustración 25: Obligaciones de los operadores según el artículo 5 del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre.**

**Artículo 5. Obligaciones de los operadores.**

Los operadores estarán obligados a:

- a) Permitir y colaborar en los controles que, de acuerdo con lo previsto en este Real Decreto, se realicen sobre las explotaciones o la actividad que desarrollen.
- b) Disponer de los servicios técnicos competentes, responsables de dirigir y controlar el cumplimiento de las normas de producción integrada aplicables en el ejercicio de la actividad de que se trate. No obstante, los operadores que acrediten su cualificación en producción integrada, podrán dirigir directamente su actividad conforme a las normas de producción integrada.
- c) Fomentar la formación en esta materia del personal a su cargo que desarrolle tareas de producción integrada.
- d) Cumplir las normas de producción integrada y poseer un cuaderno de explotación donde se anoten todas las operaciones y prácticas de cultivo, en caso de operadores que se dediquen sólo a la obtención de productos vegetales, o un registro de las partidas donde pueda comprobarse el origen, uso y destino de las mismas, en el caso de los restantes operadores.
- e) Obtener la totalidad de la producción de la variedad del producto vegetal por el sistema de producción integrada en unidades de cultivo claramente separadas de otras que no estén sometidas a las normas del presente Real Decreto.
- f) Almacenar, manipular, en su caso, transformar y comercializar por separado, en el espacio o en el tiempo, según el caso, las producciones obtenidas bajo las correspondientes normas de producción integrada de otras obtenidas por métodos diferentes.
- g) Adoptar las medidas adecuadas para asegurar que durante todas las fases de producción y comercialización no pueda haber sustitución de los productos de la producción integrada por otros.
- h) Identificar el producto de acuerdo con normas de producción integrada en las fases de producción y comercialización en que intervengan.
- i) Hacer buen uso de la identificación de garantía de producción integrada.
- j) Notificar anualmente al órgano o entidad de certificación, y con anterioridad a la fecha que se determine, su programa de producción, detallándolo por parcelas; así como, periódicamente, los volúmenes producidos y comercializados.
- k) Adoptar medidas correctoras que resuelvan irregularidades detectadas por los órganos o entidades de control en la producción o comercialización.

El control de la producción integrada se regula mediante el artículo seis de este Real Decreto, en él se establecen las pautas y métodos de control de las explotaciones agrarias registradas, el artículo se muestra en la siguiente ilustración.

**Ilustración 26: Artículo seis del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre.**

**Artículo 6. Control de la producción integrada.**

1. El control aplicable a los operadores en el ejercicio de su actividad para verificar el cumplimiento de las normas sobre producción integrada del artículo 3 deberá realizarse de manera que se garantice que dicho: operadores cumplen, al menos, las medidas establecidas en el anexo III del presente Real Decreto, así como los planes de control y protocolos para la supervisión y realización de los controles que se establezcan.

**Ilustración 26.1: Artículo seis del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre.**

2. Los órganos o entidades que realicen los controles deberán, al menos:
  - a) Garantizar la objetividad e imparcialidad, así como la eficacia de los controles.
  - b) Guardar el debido sigilo respecto a las informaciones y datos que obtengan en el ejercicio de sus actividades de control.
  - c) Velar por la correcta concesión de uso de las identificaciones de garantía a los operadores.
  - d) Exigir a los operadores la retirada de las identificaciones de garantía a todo lote cuando se constaten irregularidades significativas y establecer las medidas correctoras necesarias.
  - e) Informar periódicamente a la autoridad competente de la relación de operadores sometidos a su control y de los volúmenes producidos y comercializados por cada uno de ellos, sin perjuicio de la actualización inmediata de dicha relación si se producen variaciones.
  - f) Informar, en su caso, a la autoridad competente correspondiente de las irregularidades comprobadas y de las medidas correctoras adoptadas, así como de las reclamaciones que se hayan producido.
3. Estos controles deberán efectuarse, como mínimo, una vez al año y en ellos se realizará un control físico de las explotaciones e instalaciones. Dichos controles podrán realizarse sin previo aviso.
4. En el ejercicio de este control, los órganos o entidades competentes al efecto podrán:
  - a) Acceder a las parcelas, locales o instalaciones, así como a los documentos a que se refiere el párrafo d) del artículo 5.
  - b) Tomar muestras y supervisar el ejercicio de la actividad.
  - c) Adoptar las medidas provisionales cuando detecten irregularidades en la producción o comercialización de los productos.
5. Cuando las fases del proceso de producción se realicen por operadores diferentes o cuando tengan lugar en Comunidades Autónomas distintas, los productos vegetales a que se refiere la presente disposición sólo podrán transportarse previa comunicación del operador que expide la mercancía a los órganos o entidades que participen en el control en las distintas fases del proceso de producción, realizándose en envases o recipientes diferenciados mediante sistema de transporte cuyo cierre impida la sustitución de su contenido e irán acompañados de un documento, que identifique al órgano o la entidad de control a la que está sometido el operador, en el que figuren indicaciones que permitan al operador receptor y a su órgano o entidad de control determinar de forma inequívoca la persona responsable de la producción y el producto vegetal.

Lo dispuesto en el párrafo anterior no será de aplicación en el caso de que el órgano o entidad de control sea el mismo en dos fases consecutivas del proceso productivo.

En el Anexo I de este Real Decreto se ponen de manifiesto las normas generales de producción integrada. Estas normas generales definen las prácticas agrícolas que najo la dirección del responsable o servicio técnico competente, deben cumplir los operadores sin perjuicio de la observancia de otras legislaciones, especialmente las relativas al material de producción vegetal, fertilizantes, fitosanidad, gestión de residuos y envases, prevención de riesgos laborales, sanidad y medio ambiente.

Las normas técnicas específicas o protocolos que puedan establecerse para cada cultivo o grupo de cultivos a fin de complementar estas normas generales o para fijar intervalos, límites, sistemas o practicas no definidas en éstas, responderán a recomendaciones o principios establecidos en normas internacionales cuando existan y en otro caso a la mejor técnica posible, compatible con la producción integrada, descritas en la literatura técnica o científica.

Dentro de este anexo y en el apartado de Aspectos agronómicos generales se pone de manifiesto tanto los aspectos obligatorios, así como lo que se encuentra prohibido. Por lo tanto estas consideraciones van a ser tenidas en cuenta a la hora de la explotación del proyecto. Estos aspectos se recogen a continuación:

**Ilustración 27: Aspectos agronómicos generales según el Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre.**

- I. Aspectos agronómicos generales**
- A) Obligatorias**
- a) El momento y la intensidad de las operaciones culturales deben minimizar los posibles impactos ambientales.
  - b) En cultivos anuales, siempre que sea posible, deberá establecerse un programa de rotación de cultivos de, al menos, tres hojas. Deberá justificarse la no aplicación del programa.
  - c) En cultivos perennes, el sistema de cultivo, incluyendo el sistema de formación, debe respetar el estado fisiológico óptimo de las plantas.
  - d) En los cultivos sin suelo deberá disponerse de instalaciones que permitan la recirculación de los lixiviados, salvo autorización que incluya plazos determinados para su plena disposición y siempre que sea agronómicamente aconsejable.
  - e) Los sustratos inertes deberán ser adecuadamente reciclados, siempre que sea agronómicamente aconsejable.
  - f) La retirada para su reciclado o vertido controlado de plásticos de acolchado o de cubiertas de plástico.
- B) Prohibidas**
- a) El abandono de restos plásticos, envases y otros residuos en el interior o lindes de la parcela.
  - b) La quema de restos vegetales, salvo cuando sea expresamente recomendada por la autoridad competente.

En este anexo también se establece un apartado de suelo, preparación del terreno y laboreo. Estos condicionantes y aspectos que incluye serán tenidos en cuenta durante toda la vida útil del proyecto, desde la preparación del terreno para la plantación hasta el mantenimiento anual del suelo campaña tras campaña.



**Ilustración 28: Condiciones del suelo, preparación del terreno y laboreo según el Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre. Fuente 1: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre.**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>II. Suelo, preparación del terreno y laboreo</p> <p>A) <i>Obligatorias</i></p> <p>a) Mantener y mejorar la fertilidad del suelo mediante:</p> <p>1.º La definición del nivel óptimo de humus de acuerdo con las características de la localidad y su mantenimiento mediante las medidas adecuadas.</p> <p>2.º El mantenimiento de la biodiversidad del agro-sistema.</p> <p>3.º La optimización de las propiedades biofísicas del suelo para evitar la compactación (p. e. tamaño de los agregados y estabilidad estructural, conductividad hidráulica, etc.).</p> <p>4.º El mantenimiento de la protección del suelo durante el mayor tiempo posible mediante una cubierta vegetal cultivada o no.</p> <p>5.º La mínima perturbación física o química del suelo.</p> <p>b) Eliminar las malas hierbas y restos vegetales de cultivos anteriores en la forma adecuada y con la suficiente antelación con respecto al cultivo siguiente, pudiendo quedar sus restos sobre el suelo cuando no representen un riesgo de transmisión de plagas o enfermedades de los vegetales, o en la agricultura de conservación.</p> <p>c) Las labores se realizarán respetando al máximo la estructura del suelo y, a ser posible, sin volteo. Se evitarán las escorrentías y los encharcamientos. Así mismo se tendrá en cuenta la pendiente del terreno para la adecuada conservación del suelo adaptando las dimensiones y características de las obras de conservación (terrazas, bancales, lomas) con el fin de evitar fenómenos de erosión.</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Este artículo prohíbe la desinfección del suelo por tratamiento químicos excepto casos técnicamente justificados y autorizados, además de la utilización sistemática de aperos que destruyan la estructura del suelo y favorezcan la aparición de suelo de labor.

De cara a la Plantación hay que tener en cuenta los siguientes aspectos, que se redactan específicamente en este anexo para la siembra/plantación. Estos se encuentran reflejados en la ilustración 29.

**Ilustración 29: Consideraciones de la plantación según el Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre.**

**III. Siembra/Plantación**

**A) Obligatorias**

- a) Emplear material vegetal procedente de productores oficialmente autorizados y, en su caso, certificados y con el correspondiente pasaporte fitosanitario.
- b) Utilizar semillas debidamente desinfectadas cuando esta práctica pueda evitar enfermedades posteriores.
- c) Emplear, si existen, cultivares resistente o tolerantes a alguna de las enfermedades importantes de la especie y adaptados a las condiciones locales.
- d) En cultivos de hortalizas, la siembra o trasplante se efectuará, como mínimo, una semana después de arrancar el cultivo precedente y realizar las labores de preparación del terreno.
- e) Eliminar previamente todo el material vegetal que presente síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal.
- f) En plantaciones de cultivos leñosos, los patrones se adaptarán a las condiciones edáficas y no serán sensibles a las fisiopatías habituales.
- g) En parcelas establecidas de cultivos leñosos, para incorporarse al programa de producción integrada, se deberá controlar previamente la incidencia de virosis o problemas fúngicos.
- h) El material de plantación, la densidad de plantación, el momento y la dosis de siembra, rotaciones, marco de plantación y posibilidad de asociación con otros cultivos, se adaptarán a las condiciones locales.

**B) Prohibidas**

- a) Cuando se trate de cultivos bajo abrigo, la asociación de cultivos en el mismo invernadero, salvo que dicha asociación presente efectos agronómicamente favorables.
- b) El uso de patrones, combinaciones injerto-patrón o variedades especialmente sensibles a determinadas enfermedades de especial incidencia o relevancia.
- c) La asociación de especies diferentes de cultivos leñosos, cuando sean incompatibles con los requisitos de la producción integrada.

AL igual que para la plantación, también se establecen una serie de condiciones para la realización de fertilización y enmiendas. Estas consideraciones de carácter obligatorio y prohibitivo se recogen a continuación en la ilustración 30.

**Ilustración 30: Consideraciones del Real Decreto 1201/2002 sobre la fertilización y enmiendas. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre.**

**IV. Fertilización y enmiendas**

**A) Obligatorias**

- a) El suministro de nutrientes se efectuará fundamentalmente a través del suelo.
  - b) Para los macronutrientes se realizará y aplicará un programa de fertilización para cada cultivo y unidad de cultivo y un programa general de fertilización para toda la rotación potenciando la aportación de fertilizantes naturales y reduciendo los químicos de síntesis.
- En la programación habrá de tenerse en cuenta que los fertilizantes provenientes del exterior (aguas, materia orgánica, fertilización directa) deben compensar las extracciones de las cosechas y las pérdidas técnicas.

**Ilustración 30.1: Consideraciones del Real Decreto 1201/2002 sobre la fertilización y enmiendas. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre.**

La base para estimar las necesidades de macronutrientes, excepto el nitrógeno, será el análisis físico-químico del suelo, que se realizará al integrarse la parcela al sistema de producción integrada y, al menos, uno cada cinco años. El programa determinará las épocas y forma de aplicación adecuada para minimizar las pérdidas por lixiviación, erosión, etc.

c) Cuando se aporte materia orgánica u otras materias con valor fertilizante, el aporte deberá contener la mínima cantidad de metales pesados, patógenos u otros productos tóxicos que sea técnicamente posible, sin exceder los límites legales establecidos. Será obligatorio al menos mantener el nivel de materia orgánica del suelo.

d) Respecto al nitrógeno, deberá definirse para cada cultivo y en función del tipo de suelo (textura y contenido en materia orgánica) la máxima cantidad de nitrógeno aplicado, y de forma orientativa el momento de cada aplicación, dosis y fórmula del fertilizante.

e) Los oligoelementos sólo se aplicarán cuando un análisis previo determine su insuficiencia.

f) Deberán realizarse las enmiendas necesarias siempre que el pH del suelo se aparte sustancialmente del valor aceptado como óptimo para el cultivo, o cuando las características físicas o químicas del suelo así lo aconsejen. Los purines y demás residuos semilíquidos de explotaciones ganaderas aportados al suelo deberán ser previamente tratados por alguno o varios de los sistemas conocidos.

g) Se realizará un seguimiento analítico al cultivo (hojas, frutos, etc.) para comprobar que el programa de fertilización adoptado es el adecuado o, en otro caso, para su corrección.

**B) Prohibidas**

a) Superar la cantidad máxima tolerable por hectárea y año de nitrógeno total, así como los límites que se fijen de metales pesados, de patógenos y de otros productos tóxicos.

b) Realizar aplicaciones de nitrógeno nítrico en los márgenes de las parcelas lindantes a corrientes de agua.

Con respecto a la poda también existen una serie de consideraciones a seguir durante el proceso de explotación, así mismo existen una serie de acciones que se encuentran prohibidas, todas ellas se encuentran en la ilustración 31.

**Ilustración 31: Aspectos a tener en cuenta a la hora de la realización de la poda según el Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre.**

**V. Poda**

**A) Obligatorias**

a) La poda se llevará a cabo con un planteamiento técnico, teniendo en cuenta los principios fundamentales que rigen dicha práctica, para maximizar su eficacia y rentabilidad.

b) El sistema de poda de cultivos leñosos deberá respetar el estado fisiológico óptimo de la planta, permitir una buena aireación y penetración de la luz y de los tratamientos, y mantener una adecuada relación hoja/madera.

c) El exceso de vigor se corregirá mediante prácticas culturales, además de la poda.

d) La poda en verde se realizará con instrumentos cortantes (tijeras, cuchillos, etc.).

e) En la realización de la poda se deberán desinfectar los instrumentos de corte cuando se cambie de parcela o variedad.

**B) Prohibidas**

a) Quema incontrolada de restos de poda.

b) Abandono de los restos de poda en la parcela, salvo troceado o triturado de los mismos, desaconsejándose su incorporación al terreno mediante labores.

Con respecto al riego se establecen una serie de obligaciones, tales como un estudio del agua, máxima eficiencia de riego así como el establecimiento de las necesidades

de agua de riego con el cálculo de la evapotranspiración. Estas consideraciones se tendrán en cuenta a la hora del diseño de la instalación de riego así como de la frecuencia y de la dosis de riego. A continuación se presentan todas estas consideraciones.

**Ilustración 32: Aspectos a tener en cuenta sobre el riego según el Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre.**

## VI. Riego

### A) *Obligatorias*

a) Disponer de las características analíticas de la calidad del agua de riego (química y bacteriológica), al objeto de tomar decisión sobre su utilización.

b) Tomar las medidas necesarias para evitar las pérdidas de agua.

c) Se establecerán los volúmenes anuales necesarios mediante el cálculo de las necesidades del cultivo, basándose en datos locales de la evapotranspiración calculada mediante los datos de la estación meteorológica más próxima.

d) Los volúmenes máximos de cada riego se establecerán en función de la profundidad radicular, del estado hídrico y de las características físicas del suelo. A partir de valores de la conductividad intolerables que se establezcan para cada cultivo, se empleará una fracción de lavado complementaria a las dosis normales de riego.

e) Para la programación de los riegos se seguirán métodos técnicamente aceptados.

f) El sistema de riego deberá diseñarse para cada parcela.

g) Deberán utilizarse técnicas de riego que garanticen la mayor eficiencia en el uso del agua y la optimización de los recursos hídricos, y para ello se tendrá en cuenta:

1.º En el riego por gravedad o inundación, la longitud de los surcos o de los tablares y su pendiente máxima se establecerán en función del volumen de riego necesario y de las condiciones hidráulicas y de permeabilidad del terreno.

2.º En el riego a presión, el valor del coeficiente de uniformidad (CU) estará comprendido entre los valores establecidos en función de la separación entre emisores y la pendiente del terreno.

h) Deberá registrarse el agua de riego aplicada. En el caso de que dicho registro no fuese posible, se efectuará una estimación de la misma.

### B) *Prohibidas*

a) Utilización de aguas residuales sin la previa depuración.

b) Utilización de aguas caracterizadas por parámetros de calidad intolerables para el cultivo, para el suelo o para la salud pública.

El control integrado de plagas y enfermedades es una parte muy importante del cuidado de la plantación, además este aspecto se encuentra regulado por el Real Decreto. Por lo tanto a la hora de diseñar la campaña de tratamientos se hará apoyándose en estas consideraciones que se incluyen en la ilustración 33.

**Ilustración 33: Control integrado de plagas y enfermedades según el Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre**

**VII. Control integrado**

**A) Obligatorias**

- a) En el control de plagas y enfermedades, se antepondrán los métodos biológicos, biotecnológicos, culturales, físicos y genéticos a los métodos químicos.
- b) La estimación del riesgo en cada parcela se hará mediante evaluaciones de los niveles poblacionales, estado de desarrollo de las plagas y fauna útil, fenología del cultivo y condiciones climáticas. En el caso de cultivos de carácter extensivo, se podrá establecer que la estimación de riesgo se realice en unidades territoriales homogéneas mayores a la de parcela.
- c) La aplicación de medidas directas de control de plagas sólo se efectuará cuando los niveles poblacionales o las condiciones ambientales superen los umbrales de intervención y, en el caso de enfermedades, cuando la estimación del riesgo lo indique.
- d) En el caso de resultar necesaria una intervención química, las materias activas a utilizar serán seleccionadas de acuerdo con los criterios de menor peligro para humanos, ganado y medioambiental y que proporcionen un control efectivo de la plaga, el patógeno o la mala hierba. En todo caso, sólo podrán utilizarse productos fitosanitarios inscritos en el Registro de Productos y Material Fitosanitario y aprobados expresamente para el cultivo en que se apliquen.

**Ilustración 33.1: Control integrado de plagas y enfermedades según el Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre.**

- e) La presencia de residuos deberá minimizarse mediante la máxima ampliación posible de los plazos de seguridad.
- f) Deberá protegerse la fauna auxiliar en general y en particular, al menos, dos especies cuya protección y aumento de sus poblaciones se considere prioritario para cada cultivo.
- g) Las malas hierbas se controlarán, siempre que sea posible, con medios mecánicos, biológicos o aquellos que ofrezcan el menor riesgo de emisiones de CO<sub>2</sub>. En caso de que sea necesaria la aplicación de herbicidas, se efectuará mediante las técnicas recomendadas en la etiqueta del producto. Se emplearán materias activas autorizadas seleccionadas con los mismos criterios citados para los productos fitosanitarios.
- h) En el caso de aplicaciones químicas, el aplicador deberá estar cualificado específicamente.
- i) La maquinaria utilizada en la aplicación de productos fitosanitarios, herbicidas, abonados foliares, etc., deberá encontrarse en el adecuado estado de funcionamiento.
- j) La maquinaria utilizada en los tratamientos fitosanitarios se someterá a revisión y calibrado periódico. La revisión se efectuará de conformidad con las disposiciones vigentes en la materia, al menos una vez cada cuatro años en un centro oficial o reconocido y todos los años por el productor.
- k) Los volúmenes máximos de caldo y caudal de aire en los tratamientos fitosanitarios se ajustarán a los parámetros precisos, teniendo en cuenta el estado fenológico del cultivo para obtener la máxima eficacia con la menor dosis.
- l) Además de las normas aquí establecidas, en todo caso deberán tenerse en cuenta para todos los cultivos los «Principios de buenas prácticas fitosanitarias» establecidas por la Organización Europea y Mediterránea para la Protección de las Plantas (OEPPI) y las Directivas de dicha organización sobre la buena práctica fitosanitaria específicas para cada cultivo cuando dichas Directivas existan.

**B) Prohibidas**

- a) Utilización de calendarios de tratamientos.
- b) Abandonar el control fitosanitario antes de la finalización del ciclo vegetativo del cultivo.
- c) En hortalizas, utilización de herbicidas dentro del invernadero una vez implantado el cultivo.
- d) Utilización de herbicidas residuales en suelos arenosos.
- e) El empleo de productos fitosanitarios no selectivos, de larga persistencia, alta volatilidad, lixiviables o con otras características negativas.
- f) El empleo de productos fitosanitarios en los márgenes de corrientes de agua.
- g) Las aplicaciones de productos fitosanitarios en condiciones meteorológicamente desfavorables.

Para la recolección también se establecen unas condiciones, que al igual que todas las anteriores, han de ser cumplidas en todo momento por el presente proyecto. De esta manera la recolección ha de ser realizada en las fechas y condiciones adecuadas, evitando lesiones en los productos; Se deben eliminar los productos vegetales que presenten síntomas de presencia de patógenos causantes de podredumbres; los productos deben recolectarse en buen estado de madurez, de manera que se pueda alcanzar las exigencias comerciales; los productos obtenidos permanecerán bajo techo hasta que se trasladen al almacén; se precisa la toma de

muestras durante el periodo de recolección/elaboración para analizar la posible presencia de fitosanitarios garantizando así su seguridad; por último, si se trata de productos cuyo destino es el mercado exterior debe verificarse que cumplen la legislación. En cuanto a las prohibiciones que se establecen se resumen en la prohibición de recolectar los productos cuando se encuentran mojados, excepto autorización de la autoridad; así como el abandono del destrío en la parcela si esto presenta un riesgo para la propagación de plagas o enfermedades de los vegetales.

En este Real Decreto se establecen las condiciones que han de tener los productos cuando se van a conservar y almacenar, principalmente se fundamenta en generar las condiciones para conservar estos productos con la mayor calidad posible, por lo tanto esto se tendrá en cuenta para el tratado de los pistachos una vez recolectados. Para el envasado del producto se formulan las siguientes condiciones, las cuales serán tenidas en cuenta en la realización del plan productivo.

**Ilustración 34: Condicionantes para el proceso de envasado según el Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre. Fuente: Imagen extraída del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre.**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>XII. Envasado</p> <p>A) Obligatorias</p> <p>a) Todas las máquinas, recipientes, elementos de transportes, envases provisionales y lugares de almacenamiento deberán reunir las condiciones siguientes:</p> <p>1.ª No transmitir a los productos con que entren en contacto sustancias tóxicas o que puedan contaminar, ni originar reacciones químicas perjudiciales.</p> <p>2.ª No alterar las características de composición y los caracteres organolépticos de los productos.</p> <p>3.ª La limpieza se realizará con métodos y productos autorizados, al igual que el control de roedores y de insectos.</p> <p>b) Las operaciones de envasado deben efectuarse por series completas, separadas físicamente o en el tiempo de operaciones de productos convencionales.</p> <p>c) Aquellos operadores que realicen envasado de productos de producción integrada y convencionales deberán avisar al órgano o entidad de control con antelación al inicio de las operaciones de los productos de producción integrada.</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

El Código Técnico de la Edificación surge de la Ley 3871999 de 5 de Noviembre de Ordenación de la Edificación. Con ello se fijan los requisitos básicos de los edificios y además actualiza y completa la configuración legal de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación, fija sus obligaciones y establece las responsabilidades y garantías de protección a los usuarios. Por lo tanto, el Código Técnico de la Edificación es el marco normativo que establece y desarrolla las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, permitiendo demostrar que satisfacen los requisitos básicos establecidos por Ley. Por lo tanto, en este proyecto se va a cumplir el CTE en los siguientes Documentos básicos:

- CTE-DB-SE: Seguridad estructural.
- CTE-DB-SE-AE: Acciones en la edificación.
- CTE-DB-SE-C: Cimientos.
- CTE-DB-SE-A: Acero.

## **6. REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.**

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de España, conocido como REBT, tiene por objeto establecer el marco de las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de la baja tensión. Por lo tanto, las instalaciones eléctricas que constan en el proyecto han sido diseñadas apoyándose en el presente documento y todos a los que él mismo hace referencia.

## **7. OTRA NORMATIVA.**

Además de la normativa citada anteriormente existen otras normativas que se enuncian en este apartado.

Todas las construcciones que se realicen se van a desarrollar siguiendo cada uno de los apartados del Código Técnico de la Edificación.

Para la extracción del agua del subsuelo por el pozo existente se realizará una consulta a la consejería pertinente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha con el objetivo de obtener una respuesta acerca de si existe alguna limitación para su utilización, así como la cantidad de agua que pueda ser extraída.

Una vez llevadas a cabo las construcciones y de cara a la legalización del proyecto se realizarán las inscripciones pertinentes en materia de agricultura para el seguimiento del cultivo mediante su cuaderno de explotación.


De igual manera, todos los productos fitosanitarios utilizados serán legales y se encontrarán publicados en la página web del Ministerio de Agricultura.

Durante la realización de las obras del proyecto se tendrán en cuenta todas las normas y medidas de seguridad impuestas con el fin de evitar cualquier tipo de accidente.

Estas últimas normativas no se redactan al igual que las relacionadas con el aspecto urbanístico dado que para la concesión de los permisos son de mayor importancia las primeras, por lo tanto estas normas serán revisadas de cara a la redacción del proyecto de ejecución.

## **ANEJO XIV: FICHAS CATASTRALES.**





GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE HACIENDA

SECRETARÍA DE ESTADO DE INGENIERIA  
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

## CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

**REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE**  
**19310A005006690000XY**

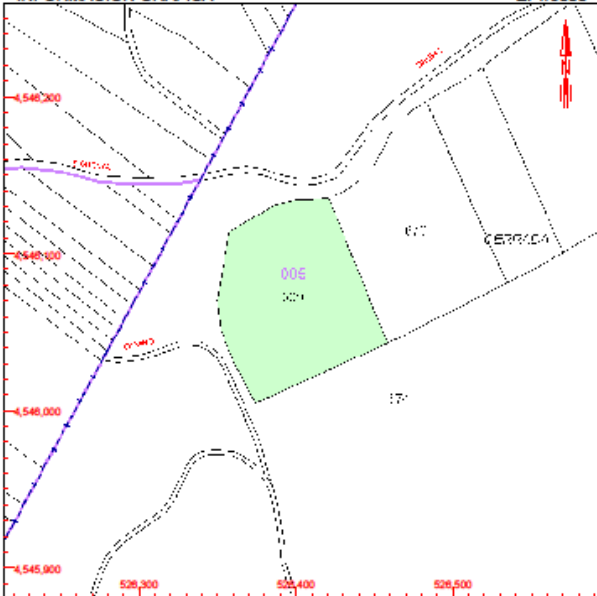
### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

|                                           |                                              |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>LOCALIZACIÓN</b>                       |                                              |
| Polígono 5 Parcela 669                    |                                              |
| CERRADAS POZUELAS. SIGUENZA [GUADALAJARA] |                                              |
| <b>USO PRINCIPAL</b>                      | <b>AÑO CONSTRUCCIÓN</b>                      |
| Agrario [Labor o Labradío seco 03]        |                                              |
| <b>COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN</b>       | <b>SUPERFICIE CONSTRUIDA (m<sup>2</sup>)</b> |
| 100,000000                                | -                                            |

### PARCELA CATASTRAL

|                                              |                                                   |                      |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|
| <b>SITUACIÓN</b>                             |                                                   |                      |
| Polígono 5 Parcela 669                       |                                                   |                      |
| CERRADAS POZUELAS. SIGUENZA [GUADALAJARA]    |                                                   |                      |
| <b>SUPERFICIE CONSTRUIDA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>TIPO DE FINCA</b> |
| -                                            | 9.269                                             | -                    |


### INFORMACIÓN GRÁFICA



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Sábado, 8 de Diciembre de 2018

- 526,500 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETR689
- Limita de Manzana
- Limita de Parcela
- Limita de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Limita zona verde
- Hidrografía



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE HACIENDA

SECRETARÍA DE ESTADO DE INGENIERIA  
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

## CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

**REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE**  
**19310A005006700000XA**

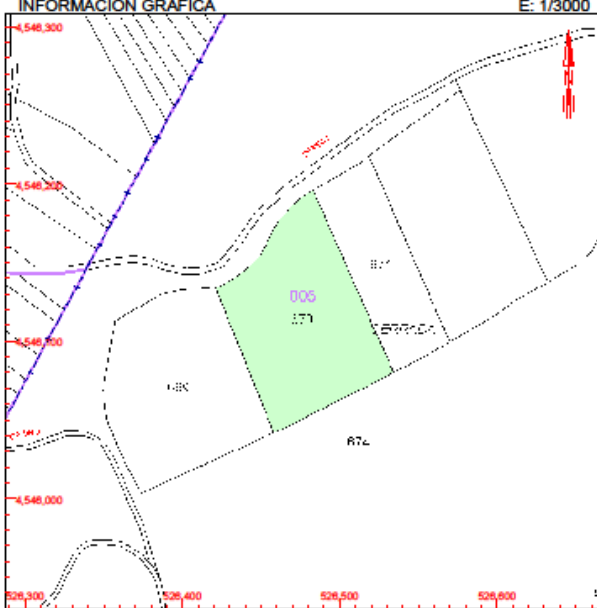
### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

|                                           |                                              |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>LOCALIZACIÓN</b>                       |                                              |
| Polígono 5 Parcela 670                    |                                              |
| CERRADAS POZUELAS. SIGUENZA [GUADALAJARA] |                                              |
| <b>USO PRINCIPAL</b>                      | <b>AÑO CONSTRUCCIÓN</b>                      |
| Agrario [Labor o Labradío seco 03]        |                                              |
| <b>COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN</b>       | <b>SUPERFICIE CONSTRUIDA (m<sup>2</sup>)</b> |
| 100,000000                                | -                                            |

### PARCELA CATASTRAL

|                                              |                                                   |                      |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|
| <b>SITUACIÓN</b>                             |                                                   |                      |
| Polígono 5 Parcela 670                       |                                                   |                      |
| CERRADAS POZUELAS. SIGUENZA [GUADALAJARA]    |                                                   |                      |
| <b>SUPERFICIE CONSTRUIDA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>TIPO DE FINCA</b> |
| -                                            | 9.113                                             | -                    |


### INFORMACIÓN GRÁFICA



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Sábado, 8 de Diciembre de 2018

- 526,600 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETR689
- Limita de Manzana
- Limita de Parcela
- Limita de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Limita zona verde
- Hidrografía



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE HACIENDA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA  
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

### CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

**REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE**  
**19310A005006710000XB**

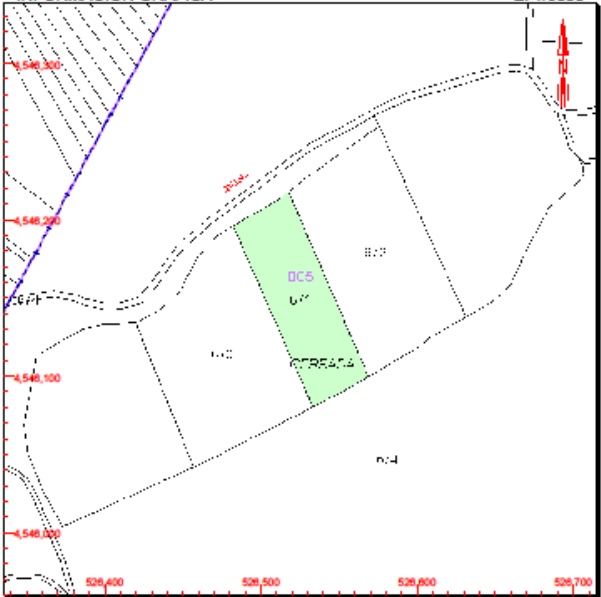
#### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

|                                           |                                               |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>LOCALIZACIÓN</b>                       |                                               |
| Polígono 5 Parcela 671                    |                                               |
| CERRADAS POZUELAS. SIGÜENZA [GUADALAJARA] |                                               |
| <b>USO PRINCIPAL</b>                      | <b>AÑO CONSTRUCCIÓN</b>                       |
| Agrario [Labor o Labradío secano 03]      |                                               |
| <b>COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN</b>       | <b>SUPERFICIE CONSTITUIDA (m<sup>2</sup>)</b> |
| 100,000000                                | -                                             |

#### PARCELA CATASTRAL

|                                               |                                                   |                      |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|
| <b>SITUACIÓN</b>                              |                                                   |                      |
| Polígono 5 Parcela 671                        |                                                   |                      |
| CERRADAS POZUELAS. SIGÜENZA [GUADALAJARA]     |                                                   |                      |
| <b>SUPERFICIE CONSTITUIDA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>TIPO DE FINCA</b> |
| -                                             | 5.104                                             | -                    |

#### INFORMACIÓN GRÁFICA




E: 1/3000

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Sábado, 8 de Diciembre de 2018

- 528,700 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETR889
- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE HACIENDA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA  
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

### CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

**REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE**  
**19310A005006720000XY**

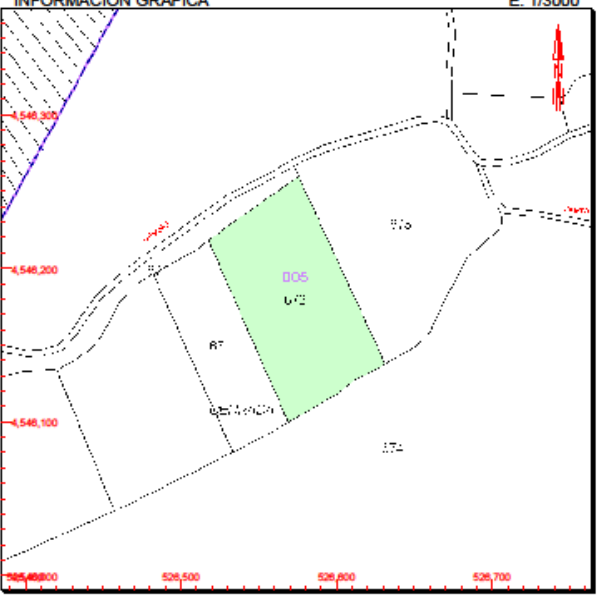
#### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

|                                           |                                               |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>LOCALIZACIÓN</b>                       |                                               |
| Polígono 5 Parcela 672                    |                                               |
| CERRADAS POZUELAS. SIGÜENZA [GUADALAJARA] |                                               |
| <b>USO PRINCIPAL</b>                      | <b>AÑO CONSTRUCCIÓN</b>                       |
| Agrario [Labor o Labradío secano 03]      |                                               |
| <b>COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN</b>       | <b>SUPERFICIE CONSTITUIDA (m<sup>2</sup>)</b> |
| 100,000000                                | -                                             |

#### PARCELA CATASTRAL

|                                               |                                                   |                      |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|
| <b>SITUACIÓN</b>                              |                                                   |                      |
| Polígono 5 Parcela 672                        |                                                   |                      |
| CERRADAS POZUELAS. SIGÜENZA [GUADALAJARA]     |                                                   |                      |
| <b>SUPERFICIE CONSTITUIDA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>TIPO DE FINCA</b> |
| -                                             | 9.132                                             | -                    |

#### INFORMACIÓN GRÁFICA




E: 1/3000

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Sábado, 8 de Diciembre de 2018

- 528,700 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETR889
- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE HACIENDA

SECRETARÍA DE ESTADO DE POLÍTICA TERRITORIAL Y URBANISMO  
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

## CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

**REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE**  
**19310A005006730000XG**

### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

|                                           |                                              |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>LOCALIZACIÓN</b>                       |                                              |
| Polígono 5 Parcela 673                    |                                              |
| CERRADAS POZUELAS. SIGUENZA [GUADALAJARA] |                                              |
| <b>USO PRINCIPAL</b>                      | <b>AÑO CONSTRUCCIÓN</b>                      |
| Agrario [Labor o Labradío secoano 03]     | -                                            |
| <b>COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN</b>       | <b>SUPERFICIE CONSTRUIDA (m<sup>2</sup>)</b> |
| 100,000000                                | -                                            |

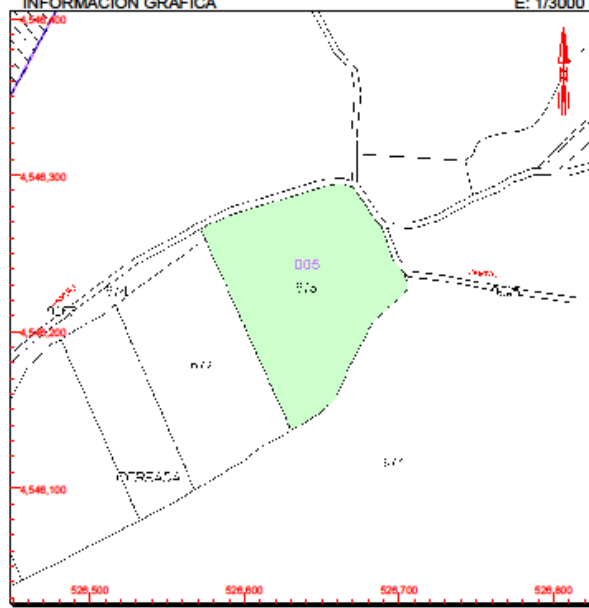
  

### PARCELA CATASTRAL

|                                              |                                                   |                      |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|
| <b>SITUACIÓN</b>                             |                                                   |                      |
| Polígono 5 Parcela 673                       |                                                   |                      |
| CERRADAS POZUELAS. SIGUENZA [GUADALAJARA]    |                                                   |                      |
| <b>SUPERFICIE CONSTRUIDA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>TIPO DE FINCA</b> |
| -                                            | 11.726                                            | -                    |

### INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/3000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

526,600 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89

- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Sábado , 8 de Diciembre de 2018

## **ANEJO XV: CONSTRUCCIONES**

## ÍNDICE

|        |                                               |    |
|--------|-----------------------------------------------|----|
| 1.     | INTRODUCCIÓN.                                 | 4  |
| 2.     | DIMENSIONES DE LA NAVE.                       | 4  |
| 3.     | CONSTRUCCIÓN DE LA NAVE.                      | 4  |
| 3.1.   | DESCRIPCIÓN.                                  | 4  |
| 3.2.   | ESTRUCTURA.                                   | 5  |
| 3.2.1. | ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA.                 | 5  |
| 3.2.2. | GEOMETRÍA DE LA CERCHA.                       | 9  |
| 3.2.3. | GEOMETRÍA DE LAS TIRANDILLAS.                 | 11 |
| 3.2.4. | DIMENSIONADO DE LAS CORREAS.                  | 11 |
| 3.2.5. | DIMENSIONADO DE LAS CERCHAS.                  | 14 |
| 3.2.6. | PILARES.                                      | 20 |
| 3.2.7. | VIGAS.                                        | 25 |
| 3.2.8. | MUROS Y FACHADAS LATERALES.                   | 25 |
| 3.3.   | CIMENTACIÓN.                                  | 32 |
| 3.3.1. | CÁLCULO DE LA PLACA BASE.                     | 33 |
| 3.3.2. | UNIÓN DEL TORNILLO.                           | 38 |
| 3.3.3. | ZAPATAS.                                      | 40 |
| 3.3.4. | ARMADURA.                                     | 42 |
| 3.4.   | SOLERA.                                       | 47 |
| 3.5.   | ALBAÑILERÍA.                                  | 47 |
| 3.5.1. | CERRAMIENTO LATERAL DE LA NAVE.               | 47 |
| 3.5.2. | TABIQUES INTERIORES.                          | 47 |
| 3.6.   | CARPINTERÍA.                                  | 48 |
| 3.6.1. | VENTANAS.                                     | 48 |
| 3.6.2. | PUERTA.                                       | 48 |
| 3.7.   | CUBIERTA.                                     | 48 |
| 3.8.   | SANEAMIENTO.                                  | 48 |
| 3.8.1. | BAJANTES Y CANALONES.                         | 49 |
| 3.9.   | ILUMINACIÓN DE LA NAVE.                       | 49 |
| 3.9.1. | DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIO. | 49 |
| 3.9.2. | DISTRIBUCIÓN Y ELECCIÓN DE LAS LUMINARIAS.    | 50 |
| 3.9.3. | DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL LOCAL.           | 51 |
| 3.9.4. | NÚMERO DE LUMINARIAS Y DISPOSICIÓN.           | 52 |
| 3.9.5. | SELECCIÓN DEL CONDUCTOR.                      | 53 |
| 3.9.6. | INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.               | 58 |

|        |                                         |    |
|--------|-----------------------------------------|----|
| 3.9.7. | CUADRO RESUMEN DE LA INSTALACIÓN.....   | 60 |
| 3.10.  | FONTANERÍA.....                         | 60 |
| 4.     | INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....           | 61 |
| 5.     | CONSTRUCCIÓN DE LA CASETA DE RIEGO..... | 62 |
| 6.     | VALLADO PERIMETRAL.....                 | 63 |
| 7.     | CRONOGRAMA.....                         | 63 |

## 1. INTRODUCCIÓN.

En el presente anejo se detalla la construcción de la nave y la caseta de riego. La nave será destinada para el almacenamiento de aperos y maquinaria así como del producto una vez recolectado. En la caseta de riego se instalará el equipo de control del riego y el equipo de fertirrigación, además se destinará una zona como almacén de productos fitosanitarios.

## 2. DIMENSIONES DE LA NAVE.

Las dimensiones de la nave podrían determinarse en función de las naves construidas en la zona, pero resulta más adecuado establecer la superficie ocupada por cada unidad a almacenar. Para ello se realiza la siguiente tabla:

**Tabla 1: Superficie de ocupación de la nave. Fuente: Elaboración propia.**

| Máquina/Equipo       | Superficie ocupada |
|----------------------|--------------------|
| Tractor              | 12m <sup>2</sup>   |
| Cultivador           | 5m <sup>2</sup>    |
| Subsolador           | 2m <sup>2</sup>    |
| Sembradora           | 4m <sup>2</sup>    |
| Carro esparcidor     | 12m <sup>2</sup>   |
| Atomizador           | 2m <sup>2</sup>    |
| Remolque             | 10m <sup>2</sup>   |
| Segadora             | 3m <sup>2</sup>    |
| Pistachos            | 28m <sup>2</sup>   |
| Lubricante y gasoil  | 5m <sup>2</sup>    |
| Mesa de herramientas | 3m <sup>2</sup>    |
| Herramientas de mano | 6m <sup>2</sup>    |
| TOTAL                | 92m <sup>2</sup>   |

El total estimado de ocupación de la nave es de 92m<sup>2</sup>, pese a ello hay que disponer de una superficie que permita la maniobrabilidad en el interior de la nave con los aperos así como su disposición lo más organizada posible. Por lo tanto la superficie habrá que aumentarla, de este modo se construirá una nave de 150 m<sup>2</sup>, la cual será útil si en un futuro se aumenta el tamaño de la explotación.

## 3. CONSTRUCCIÓN DE LA NAVE.

### 3.1. DESCRIPCIÓN.

- La planta de esta nave será rectangular, con unas dimensiones de 15x10 m.
- La cubierta de la nave será a dos aguas, siendo esta de paneles sándwich, con una estructura compuesta por una cercha simétrica con diagonales a tracción.
- La estructura será metálica, teniendo una altura de aleros de H=4m y una distancia entre pilares laterales de s=5m.

## 3.2. ESTRUCTURA.

### 3.2.1. ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA.

#### Carga permanente:

Es necesario calcular el peso de las correas, para ello se sigue el método de Argüelles, por el cual el peso en Kp/m<sup>2</sup> de cerchas con materiales livianos se reduce a L/2 en la proyección horizontal. Según esto, la carga de peso de la cercha será:

$$q_{CE} = \frac{L}{2} = \frac{10}{2} = \frac{5Kp}{m^2}.$$

La carga de peso de la cercha se encuentra calculada en función de la proyección horizontal de la estructura, por lo tanto para obtener la proyección de la carga sobre el faldón es necesario multiplicar la carga por el coseno del ángulo de inclinación ( $v$ ). Pese a esto, y debido a la poca inclinación existente y por medidas de seguridad se considera que la carga distribuida es:

$$q'_{CE} = q_{CE} = 5 \frac{Kp}{m^2}$$

A partir de estos datos es posible el cálculo del peso total de la cercha:

$$Q_{CE} = 5 * 10 * 5 = 250Kp$$

Este peso total ocasiona una carga que se distribuye linealmente sobre el faldón:

$$P_{CE} = s * q_{CE} = 5 * 5 = \frac{25kp}{m}$$

Siendo  $s$  la distancia entre cerchas, igual a 5 metros.

La carga permanente está compuesta por el peso de las correas y el peso de la cubierta.

Peso de las correas: el peso estimado anteriormente, para cada correa, es de 15Kp/m. el peso de las 4 correas se distribuye a lo largo del faldón, por lo tanto la carga total será:

$$P_{CO} = n^{\circ} \text{ correas} * \text{Peso correa} = 4 * \frac{15Kp}{m} = \frac{60Kp}{m}$$

Este peso se encuentra repartido a lo largo de la longitud de la correa, por lo tanto la carga será:

$$q_{CO} = \frac{P_{CO}}{L_F} = \frac{60}{5,31} = \frac{11,29Kp}{m^2}$$

Así mismo, la carga que se encuentra distribuida a lo largo de la longitud del faldón es:

$$P_{CO} = s * q_{CO} = 5 * 11,29 = \frac{56,45Kp}{m}.$$

#### Peso de la cubierta:



El peso unitario de los paneles sándwich de 40mm a utilizar es de  $12\text{Kp/m}^2$ , por lo tanto el peso de la cubierta será de:

$$P_{MC} = s * q_{MC} = 5 * 12 = \frac{60\text{Kp}}{m}.$$

Dónde  $P_{MC}$  es el peso del material de la cubierta y  $q_{MC}$  es la carga de este material.

Conociendo ambos pesos se puede obtener el valor de la carga permanente ( $P_p$ ):

$$P_p = P_{MC} + P_{CO} = 60 + 56,45 = 116,45 \frac{\text{Kp}}{m}$$

Una vez calculado la carga permanente se puede calcular el valor de la concarga como:

$$P_c = P_{CE} + P_p = 25 + 116,45 = 141,45 \frac{\text{Kp}}{m}$$

Cabe destacar que en el peso de la cubierta se ha incluido el peso que incurrirán los paneles solares sobre ésta e indirectamente sobre la estructura.

### Cargas por nieve:

Para el cálculo de la carga por nieve hay que tomar el dato que establece el CTE DB SE-AE, por el cual la provincia de Guadalajara se corresponde con la zona 4 de la península ibérica. Dentro de este mismo documento y atendiendo a la siguiente tabla se puede deducir la carga por nieve en función de la altitud, considerando esta como 1000m. De esta manera la carga de nieve horizontal es de  $1,2\text{KN/m}^2$ .

### Ilustración 1: Sobrecarga por nieve en un terreno horizontal. Fuente: CTE DB SE-AE

| Altitud (m) | Zona de clima invernal, (según figura E.2) |     |     |     |     |     |     |
|-------------|--------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|             | 1                                          | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   |
| 0           | 0,3                                        | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 200         | 0,5                                        | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 400         | 0,6                                        | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| 500         | 0,7                                        | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| 600         | 0,9                                        | 0,9 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,2 |
| 700         | 1,0                                        | 1,0 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,2 |
| 800         | 1,2                                        | 1,1 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,2 |
| 900         | 1,4                                        | 1,3 | 0,6 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 0,2 |
| 1.000       | 1,7                                        | 1,5 | 0,7 | 1,2 | 0,9 | 1,2 | 0,2 |
| 1.200       | 2,3                                        | 2,0 | 1,1 | 1,9 | 1,3 | 2,0 | 0,2 |
| 1.400       | 3,2                                        | 2,6 | 1,7 | 3,0 | 1,8 | 3,3 | 0,2 |
| 1.600       | 4,3                                        | 3,5 | 2,6 | 4,6 | 2,5 | 5,5 | 0,2 |
| 1.800       | -                                          | 4,6 | 4,0 | -   | -   | 9,3 | 0,2 |
| 2.200       | -                                          | 8,0 | -   | -   | -   | -   | -   |

Por lo tanto, se transforman el valor obtenido a  $\text{Kp/m}^2$  para trabajar con las mismas unidades se obtienen  $122,36\text{kp/m}^2$ .

A partir de este valor se calcula la carga por nieve:

$$q_{NI} = P_{NI} * \cos 2 v = 5 * 122,36 * \cos 2 19,8 = 541,6 \frac{Kp}{m^2}$$

**Cargas por viento:**

En este caso el cálculo se apoya en la norma NBE-AE-88, tomando el diseño de las vigas a partir de la condición más desfavorable. El viento, cuya velocidad *v* se expresa en m/s ejerce una presión dinámica *W* de unidades Kg/m<sup>2</sup> en los puntos en los que la velocidad se anula, siendo la fórmula la siguiente:

$$W = \frac{V^2}{16}$$

La presión dinámica viene dada por una tabla de este documento, en la cual esta magnitud varía en función de la altura de coronación y de la situación topográfica.

**Ilustración 2: Presión dinámica del viento. Fuente: Normativa NBE AE-88.**

| Tabla 5.1<br>Presión dinámica del viento                                                    |              |                               |      |                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------|------|------------------------------------------------|
| Altura de coronación del edificio sobre el terreno en m, cuando la situación topográfica es |              | Velocidad del viento <i>v</i> |      | Presión dinámica <i>W</i><br>kg/m <sup>2</sup> |
| Normal                                                                                      | Expuesta     | m/s                           | km/h |                                                |
| De 0 a 10                                                                                   | —            | 28                            | 102  | 50                                             |
| De 11 a 30                                                                                  | —            | 34                            | 125  | 75                                             |
| De 31 a 100                                                                                 | De 0 a 30    | 40                            | 144  | 100                                            |
| Mayor de 100                                                                                | De 31 a 100  | 45                            | 161  | 125                                            |
| —                                                                                           | Mayor de 100 | 49                            | 176  | 150                                            |

En el estudio climático se determina la velocidad media y la dirección más habitual durante un periodo de tiempo, sin embargo este dato de cara al diseño de la estructura no es válido pues no hace referencia a los máximos valores registrados en momentos puntuales. Por ello, y por motivos de seguridad se toma como valor de velocidad de viento 28m/s, lo que genera una presión dinámica de 50Kg/m<sup>2</sup>= 50Kp/m<sup>2</sup>.

El viento ocasiona una sobrecarga unitaria en cada elemento superficial de la construcción cualquiera que sea su orientación, barlovento o sotavento. Puede ejercer fenómenos de presión, siendo positiva la carga; o fenómenos de succión tratándose de una carga negativa. Este valor viene dado por la siguiente fórmula:

$$p = c * w$$

Dónde:

- *c* es el coeficiente eólico, positivo en el caso de la presión y negativo en la succión. Este valor varía en función de la construcción, el ángulo de incidencia del viento y la posición.
- *w* es la presión dinámica del viento, en este caso considerada como 50Kp/m<sup>2</sup>.

En esta construcción, al ser cerrada, y para obtener la sobrecarga local en cada elemento se tomará el coeficiente eólico de una tabla del NBE AE-88.

**Ilustración 3: Coeficiente eólico para la sobrecarga de una construcción cerrada. Fuente: Normativa NBE AE-88.**

**Tabla 52**  
**Coeficiente eólico de sobrecarga en una construcción cerrada**

| Situación<br>Angulo de incidencia<br>del viento<br>$\alpha$ | Coeficiente eólico en: |                      |                            |                      |                              |                      |
|-------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|
|                                                             | Superficies planas     |                      | Superficies curvas rugosas |                      | Superficies curvas muy lisas |                      |
|                                                             | A barlovento<br>$c_1$  | A sotavento<br>$c_2$ | A barlovento<br>$c_3$      | A sotavento<br>$c_4$ | A barlovento<br>$c_3$        | A sotavento<br>$c_4$ |
| En remanso<br>$90^\circ - 0^\circ$                          | +0,8                   | -0,4                 | +0,8                       | -0,4                 | +0,8                         | -0,4                 |
| En corriente<br>$90^\circ$                                  | +0,8                   | -0,4                 | +0,8                       | -0,4                 | +0,8                         | -0,4                 |
| $80^\circ$                                                  | +0,8                   | -0,4                 | +0,8                       | -0,4                 | +0,8                         | -0,4                 |
| $70^\circ$                                                  | +0,8                   | -0,4                 | +0,8                       | -0,4                 | +0,4                         | -0,4                 |
| $60^\circ$                                                  | +0,8                   | -0,4                 | +0,4                       | -0,4                 | 0                            | -0,4                 |
| $50^\circ$                                                  | +0,6                   | -0,4                 | 0                          | -0,4                 | -0,4                         | -0,4                 |
| $40^\circ$                                                  | +0,4                   | -0,4                 | -0,4                       | -0,4                 | -0,8                         | -0,4                 |
| $30^\circ$                                                  | +0,2                   | -0,4                 | -0,8                       | -0,4                 | -1,2                         | -0,4                 |
| $20^\circ$                                                  | 0                      | -0,4                 | -0,8                       | -0,4                 | -1,6                         | -2,0                 |
| $10^\circ$                                                  | -0,2                   | -0,4                 | -0,8                       | -0,4                 | -2,0                         | -2,0                 |
| $0^\circ$                                                   | -0,4                   | -0,4                 | -0,4                       | -0,4                 | -2,0                         | -2,0                 |

Valores intermedios pueden interpolarse linealmente.

Según la tabla, para la nave proyectada:

- A barlovento:

$$\text{En el pilar 1: } C_1=0,8 ; P_1 = 5 * 0,8 * 50 = \frac{200Kp}{m}$$

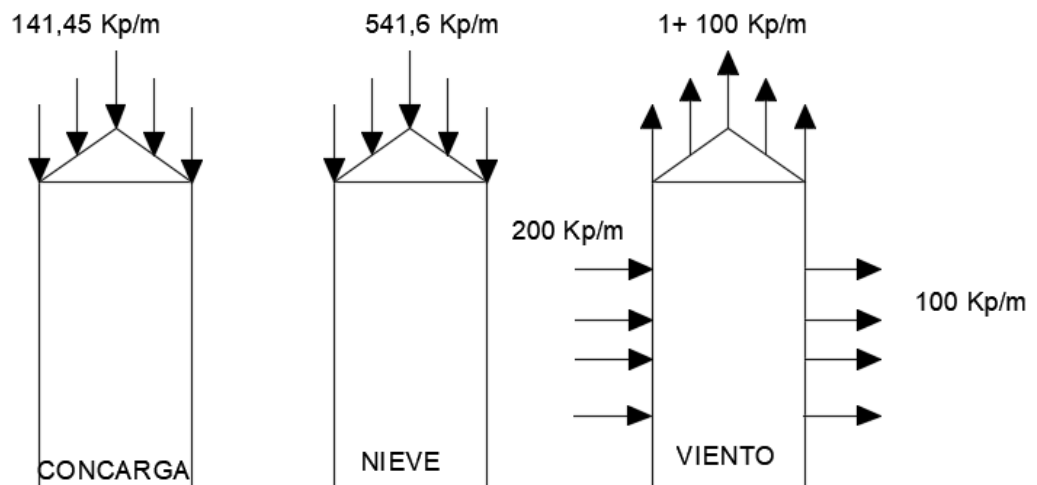
El ángulo para la cubierta 1 es de  $19,8^\circ$  por lo tanto:  $C_2=-0,04$  ;

$$P_1 = s * c * w = 5 * -0,04 * 50 = -\frac{100Kp}{m}$$

- A sotavento:

$$\text{En el pilar 2 y cubierta 2: } C_2= -0,4 ; P_2 = s * c * w = 5 * -0,4 * 50 = -\frac{100Kp}{m}$$

**Ilustración 4: Resumen de las cargas. Fuente: Elaboración propia.**



**Hipótesis de carga:**

Siguiendo la norma EHE-99 y en función del estado de las cargas se considera la hipótesis  $I_c$ , calculada mediante unos coeficientes de ponderación expresados en la siguiente tabla:

**Tabla 2: Coeficientes para la ponderación de las cargas. Fuente: Norma EHE-99.**

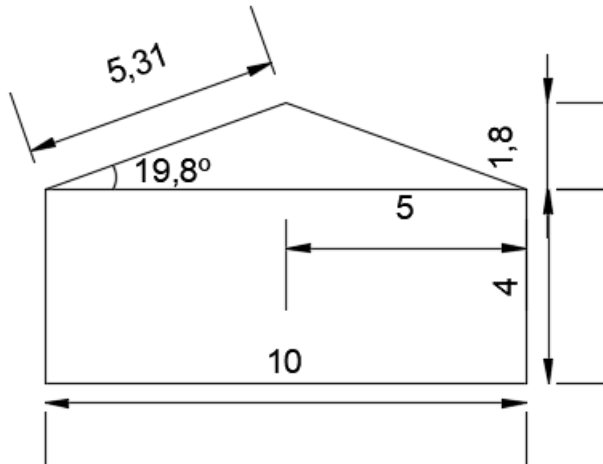
|                    | Hipótesis Favorables | Hipótesis Desfavorables |
|--------------------|----------------------|-------------------------|
| Cargas Variables   | 0                    | 1,5                     |
| Cargas Permanentes | 1                    | 1,35                    |

A partir de esta tabla y considerando al viento y la nieve como cargas variables, y a las correas como cargas permanentes, el resultado de las cargas cuando estas son desfavorables es el siguiente:

- Concarga: 191,95 Kp/m.
- Nieve: 812,4 Kp/m.
- Viento: 1,5+150 Kp/m; 300+150Kp/m.

**3.2.2. GEOMETRÍA DE LA CERCHA.**

Puesto que no se precisan equipos de gran altura no es necesaria una nave excesivamente alta, de esta manera la nave tendrá una altura a la cumbre de 5,8m, siendo los pilares de 4m; por lo tanto la cercha tendrá 1,8m de altura y 10m de longitud ya que es igual que la anchura de la nave. La representación de una de la estructura de una de las fachadas se muestra a continuación.

**Ilustración 5: Estructura de una de las fachadas. Fuente: Elaboración propia.**

A partir de estos se puede calcular el ángulo de inclinación de la cercha ( $v$ ) y su longitud ( $L_f$ ), para ello:

$$Tg(v) = \frac{H_{cercha}}{L_f} = \frac{1,8m}{5m} = 0,36.$$

$$Arctg 0,36 = 19,8^\circ.$$

Una vez calculado el ángulo de inclinación de la cercha se calcula la longitud del faldón mediante el teorema de Pitágoras:

$$H^2 = C^2 + C^2 = 1,8^2 + 5^2 = 28,24.$$

$$H = L_f = \sqrt{28,24} = 5,31m.$$

De esta manera, y tal como se encuentra representado en la ilustración anterior, el ángulo de inclinación de la cercha es de  $19,8^\circ$  y la longitud del faldón igual a 5,31m. Sobre la cercha, concretamente sobre los faldones, se colocarán dos vigas a modo de correas de cubierta. Sobre estas vigas o correas se fijarán los paneles que conformaran la cubierta. Estas correas se colocan a una distancia aproximada de 2m apoyadas sobre el faldón, para el cálculo del número de correas por faldón se sigue la siguiente fórmula:

$$n^\circ \text{ correas} = \frac{L_f}{a} + 1$$

Dónde  $L_f$  es la longitud del faldón y  $a$  es la distancia entre correas; de esta manera:

$$n^\circ \text{ correas} = \frac{5,31}{2} + 1 = 3,65.$$

Al no obtener un número entero este se aproxima al alza, optando por colocar 4 correas en cada faldón, estos faldones guardaran entre si una distancia:

$$a = \frac{L_f}{n - 1}$$

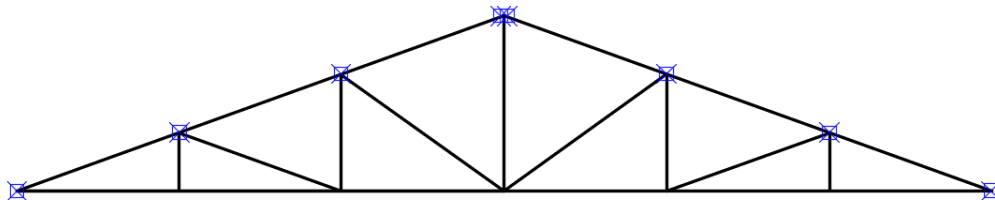
Dónde n es el número de correas, por lo tanto:

$$a = \frac{5,31}{4 - 1} = 1,77m.$$

De esta manera, se colocaran cuatro correas en cada faldón, dos de ellas en los extremos y dos en la zona media separadas por una distancia de 1,77m.

Al realizar una cercha inglesa con diagonales a tracción la estructura toma la siguiente forma, donde en azul se representa la posición de cada una de las correas.

**Ilustración 6: Vista frontal de la estructura de la cercha. Fuente: Elaboración propia.**



### 3.2.3. GEOMETRÍA DE LAS TIRANDILLAS.

Las tirandillas, o también conocidas como cabios son perfiles colocados en perpendicular con las correas que sujetan y sirven de apoyo a las placas que componen la cubierta, además estos elementos de la estructura absorben posibles empujes horizontales. Para reducir el peso de las correas se colocaran en la dirección del faldón. En este caso el material utilizado como cubierta son paneles sándwich fijados a las correas mediante tornillos en los extremos y centro de cada placa, y sobre cada correa. Para el cálculo de la cubierta se desprecia su peso pues no es significativo.

Estos elementos irán colocados en perpendicular a las correas de la cubierta, ubicadas cada 5m. No se realiza el cálculo de la sección de estos elementos ya que su función es la de aportar rigidez a la estructura, por lo tanto se usarán perfiles IPE-80.

### 3.2.4. DIMENSIONADO DE LAS CORREAS.

Las correas a utilizar para la construcción de la nave serán de IPE, siguiendo la normativa EHE-99 y teniendo previsto el uso de acero UNE-EN100275JR, resultando un peso de 15Kp/m. Tal y como se ha expuesto anteriormente, estas correas se trataran como si se tratasen de vigas, apoyándose sobre el faldón de manera continua.

Al tratarse de flexión desviada se reduce en gran medida el perfil necesario al incorporar las tirandillas a mitad de la separación entre los pórticos.

En cuanto a las cargas presentes en las correas se trata de 3 tipos:

- Carga permanente: Es la carga vertical aplicada sobre la estructura, en la que se contempla el peso de la estructura más los elementos permanentes como la cubierta.
- Carga por nieve.
- Carga por viento.

### **Cálculo de las correas:**

Para realizar el cálculo de las correas habrá que descontar el peso de las mismas, el cual es:

$$P_{Corr} = 30 \frac{Kp}{m}$$

Este peso es soportado a cada lado, pero es necesario ponderarlo tal y como se ha hecho anteriormente con las cargas, para ello:

$$P'_{Corr} = 30 \frac{Kp}{m} * 1,5 = 45 \frac{Kp}{m}$$

El peso soportado por la cubierta es el resultado de la suma entre los ejercidos por la nieve y por su propio peso, de esta manera se obtiene un peso de 1004,35Kp/m; sin embargo, a este resultado hay que descontarle el peso de las correas, por lo tanto;

$$P'_{Corr} = 1004,35 - 45 = 959,35 \frac{Kp}{m}$$

De esta manera ya se puede calcular la carga neta:

$$P'_{Corr} = 959,35 \frac{Kp}{m} * 5,314 = 5097,98 Kp.$$

Esta carga se reparte de diferentes maneras a lo largo de la longitud del faldón, siendo de P para las correas que están en el centro y la mitad de P para las que se encuentran en los laterales; de este modo se obtiene que:

$$3P = 5097Kp; \quad P = 1699,32Kp.$$

Esta carga es la que soportará la correa central de la estructura. Sin embargo, si se tiene en cuenta las demás correas y se distribuye la carga:

$$q'_{Corr} = \frac{1699,32}{4} = 424,83 \frac{Kp}{m}$$

Dado que el faldón tiene cierta inclinación, dada por el ángulo  $v$ , para obtener la carga de las correas se va a proyectar esta sobre la longitud e inclinación del faldón, obteniendo dos proyecciones diferentes:

$$q'_i = q' * \cos v = 424,83 * \cos 19,8 = 399,71 \frac{Kp}{m}$$

$$q'_{ii} = q' * \sin v = 424,83 * \sin 19,8 = 143,9 \frac{Kp}{m}$$

En cuanto a los momentos de las correas, los más desfavorables ocurren en el segundo apoyo, tomando los siguientes valores:

$$M' = 0,107 * P' * L^2$$

De este modo, los momentos serán diferentes en función de la dirección, así se obtiene:

$$M'_t = 0,107 * q'_i * s^2 = 0,107 * 399,71 * 5^2 = 1069,22 \frac{Kp}{m}$$

$$M'_n = 0,107 * q'_{ii} * s^2 = 0,107 * 143,9 * 5^2 = 384,93 \frac{Kp}{m}$$

En este caso se van a despreciar las fuerzas cortantes, por lo tanto habrá que obtener una tensión de comprobación para el acero indicado anteriormente, tal como:

$$\sigma = \frac{M_t}{W_t} + \frac{M_n}{W_n} \leq 2600 Kp/cm^2$$

El valor de  $W_t$  es de  $146cm^3$  y el valor de  $W_n$  es de  $22,2cm^3$ , ambos para el perfil IPE-180 a utilizar. Con estos datos ya se puede realizar la comprobación anterior:

$$\sigma = \frac{M_t}{W_t} + \frac{M_n}{W_n} = \frac{106922}{146} + \frac{38493}{22,2} = 2466,26 \leq 2600 Kp/cm^2$$

Con este resultado se verifica la tensión a soportar por las correas, pero además es necesario comprobar su rigidez, para ello:

$$f = 0,415 * f_{BA}$$

Dónde  $f_{BA}$  es la flecha resultante de una viga con dos apoyos y de luz L:

$$f_{BA} = \frac{-5pL^4}{384EI}$$

Dónde E es el módulo de elasticidad que para el acero es de  $210000N/mm^2$  y donde I es el momento de inercia que se calcula a partir de las dimensiones de la viga como:

$$I = \frac{b * h^3}{12} = \frac{100 * 200^3}{12} = 333333,3 mm^4$$

En este caso se va a realizar la comprobación de si son dos flexiones de manera independiente:

$$f'_t = \frac{-5q_i s^4}{384EI} = \frac{-5 * 3,99 * 500^4}{384 * 2,1 * 10^6 * 573} = 1,83cm$$



La rigidez admisible para los elementos de cubierta es  $f_{ADM} = L/250 = s/250 = 500/250 = 2\text{cm}$ , por lo que se comprueba.

$$f'_t = \frac{-5q_{ii}s^4}{384EI} = \frac{-5 * 1,43 * 500^4}{384 * 2,1 * 10^6 * 573} = 0,96 \text{ cm.}$$

En este caso,  $f_{ADM} = (s/2)/250 = 1\text{cm}$ , por lo que también se comprueba. De esta manera la flecha real estimada es inferior a los valores admisibles, pese a ello se debe realizar la comprobación por pandeo local de los elementos sometidos a compresión puesto que pueden originar alguna malformación en el alma de las correas. Siguiendo la norma EHE-99 esto no será necesario para aquellas correas con relación  $e/h$  mayor de 0,014. En este caso para las correas IPE-180 la relación existente es la siguiente:

$$\frac{e}{h} = \frac{5,3}{180} = 0,029$$

Al ser una relación mayor no será necesario realizar la comprobación.

### 3.2.5. DIMENSIONADO DE LAS CERCHAS.

La cercha se calculará como una estructura articulada puesto que sobre ella se transmitirán las cargas de la cubierta hacia los nudos mediante las correas. Por ello habrá que calcular la carga vertical total que recibe:

$$Q = 2L_f q' = 2 * 5,314 * 959,35 = 10195,97 \frac{Kp}{m}$$

Lo que equivale 10,195t/m, que al ser repartida en los nudos quedará como:

$$6P = Q \rightarrow P = \frac{10,195}{6} = 1,7t$$

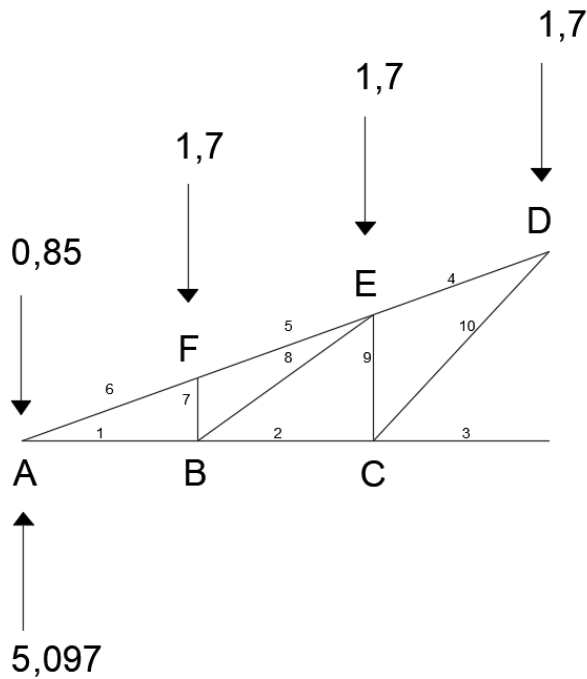
Esta carga hace referencia a los nudos centrales de la estructura; en los nudos laterales este valor se reducirá a la mitad, obteniéndose por lo tanto 0,85t. Con esto se pueden determinar ya las reacciones verticales  $v$ :

$$V = \frac{Q}{2} = \frac{10,195}{2} = 5,097t.$$

#### Método de los nudos.

Para la resolución de la cercha se va a seguir el método de los nudos, para ello es necesario obtener todos y cada uno de los ángulos y las longitudes de ésta. No es necesario realizarlo para la totalidad de la cercha ya que esta es simétrica, por lo que con realizarlo para la mitad será suficiente.

**Ilustración 7: Relación de nudos y cargas en éstos. Fuente: Elaboración propia.**



Los ángulos de la cercha son los siguientes:

- Ángulo entre los segmento 1-6: 19,8°.
- Ángulo entre los segmentos 2-8: 35,75°.
- Ángulo entre los segmentos 3-10: 47,2°.

A continuación se exponen las longitudes de cada uno de los segmentos de la cercha.

**Tabla 3: Longitudes de los segmentos de la cercha. Fuente: Elaboración propia.**

| <b>TIRANTES</b>   |                     |
|-------------------|---------------------|
| <b>SEGMENTO</b>   | <b>LONGITUD (m)</b> |
| 1,2,3             | 1,67                |
| <b>MONTANTES</b>  |                     |
| <b>SEGMENTO</b>   | <b>LONGITUD (m)</b> |
| 7                 | 0,45                |
| 9                 | 1,2                 |
| <b>PARES</b>      |                     |
| <b>SEGMENTO</b>   | <b>LONGITUD (m)</b> |
| 4,5,6             | 1,3285              |
| <b>DIAGONALES</b> |                     |
| <b>SEGMENTO</b>   | <b>LONGITUD (m)</b> |
| 8                 | 2,0567              |
| 10                | 2,4556              |

Para la obtención de los esfuerzos en cada uno de los nudos se han aislado estos y además se han proyectado las fuerzas, con el objetivo de obtener el valor de los esfuerzos.

En el Nudo A:

Tal y como se representa en el esquema anterior, para el nudo A se lleva a cabo el siguiente cálculo:

$$ejeX: N_1 + N_6 \cos 19,8 = 0$$

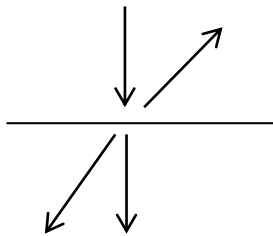
$$ejeY: 0,85 - 5,097 - N_6 \sin 19,8 = 0$$

Operando y resolviendo estas ecuaciones se obtienen los siguientes valores:

- $N_1 = 11,74t$ .
- $N_2 = -12,49t$ .

En el Nudo F:

El esquema del nudo F es diferente al anterior puesto que este caso existen montantes, por lo tanto el diagrama de fuerzas será:



$$ejeX: N_5 * \cos 19,8 - N_6 = 0$$

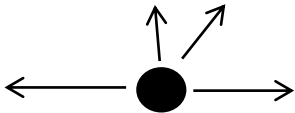
$$ejeY: 1,7 + N_7 + N_6 * \sin 19,8 - N_5 * \sin 19,8 = 0$$

Los valores obtenidos son:

- $N_5 = -1,84t$ .
- $N_6 = -1,73t$ .
- $N_7 = -1,73t$ .

En el Nudo B:

El diagrama de fuerzas del nudo B también difiere de los anteriores, siendo:



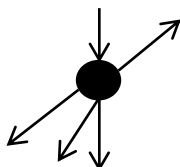
$$ejeX: N_2 + N_8 \cos 35,75 - N_1 = 0$$

$$ejeY: N_7 + N_8 * \sin 35,75 = 0$$

- $N_2: -9,33t$ .
- $N_8: 2,96t$ .

En el Nudo E:

El diagrama de fuerzas también es diferente de los demás:



$$ejeX: N_4 * \cos 19,8 - N_5 * \cos 19,8 - N_8 * \cos 37,75 = 0$$

$$ejeY: 1,7 + N_9 + N_5 * \sin 19,8 + N_8 * \sin 35,75 - N_4 * \sin 19,8 = 0$$

- $N_4 = 0,64t.$
- $N_9 = -2,58t.$

En el Nudo C:

En este nudo el diagrama de fuerzas es similar al del nudo B.

$$ejeX: N_3 + N_{10} * \cos 47,2 - N_2 = 0$$

$$ejeY: N_9 + N_{10} * \sin 47,2 = 0$$

- $N_3 = -14,87t.$
- $N_{10} = 3,51t.$

Para verificar este cálculo por el método de los nudos se realiza la comprobación por el nudo D:

$$ejeY: 2 * N_4 * \sin 19,8 + N_{10} * \sin 47,2 = 0$$

**Tabla 4: Longitudes y estados de cada sección de la cercha. Fuente: Elaboración propia.**

| <b>TIRANTE</b>    |                     |               |
|-------------------|---------------------|---------------|
| <b>SEGMENTO</b>   | <b>LONGITUD (m)</b> | <b>ESTADO</b> |
| 1,2,3             | 1,67                | FLEXIÓN       |
| <b>MONTANTES</b>  |                     |               |
| <b>SEGMENTO</b>   | <b>LONGITUD (m)</b> | <b>ESTADO</b> |
| 7                 | 0,45                | COMPRESIÓN    |
| 9                 | 1,2                 | COMPRESIÓN    |
| <b>PARES</b>      |                     |               |
| <b>SEGMENTO</b>   | <b>LONGITUD (m)</b> | <b>ESTADO</b> |
| 4,5,6             | 1,3285              | COMPRESIÓN    |
| <b>DIAGONALES</b> |                     |               |
| <b>SEGMENTO</b>   | <b>LONGITUD (m)</b> | <b>ESTADO</b> |
| 8                 | 2,0567              | TRACCIÓN      |
| 10                | 2,4556              | TRACCIÓN      |

### **DISEÑO DE LA CERCHA: BARRAS.**

En el diseño de las barras hay que considerar unas condiciones previas:

- Se utilizarán perfiles en 2L para los pares y tirantes o también denominadas barras externas; en el caso de las diagonales y montantes, o barras internas los perfiles a utilizar serán L. Para todas ellas, y tal como se expuso anteriormente, el acero a utilizar será del tipo UNE-EN 10025 275JR.

- Este acero, al tratarse de un tipo comercial, se estima que está fabricado con el objetivo de ofrecer la máxima seguridad en las estructuras, por lo tanto no posee un coeficiente de seguridad. Además, la tensión admisible del acero es de  $2600\text{Kg}/\text{cm}^2$ .
- Para las uniones entre las diferentes barras se realizarán soldaduras. Pese a haber calculado la cercha como si fuera articulada, el cálculo será correcto ya que este tipo de estructuras, por su forma, poseen momentos muy pequeños.
- Tanto los tirantes como los pares serán de una sola barra, sin embargo las barras interiores van a diseñarse de manera que se utilicen el menor número de perfiles distinto, evitando en todo caso un sobrecoste.

### Cálculo de los pares.

Tal y como se muestra en la tabla 3 y 4, la longitud de cada uno de los pares es de 1,3285m, y su estado de trabajo es a compresión. En estos, el valor crítico es el de  $N_5 = -1,84\text{t}$  lo que equivale a  $-1840\text{kg}$ . Para este caso, la situación de pandeo se toma como  $\beta=1$  para todas las direcciones. Con esto, la situación crítica vendrá dada por el radio de giro mínimo. Para esta situación se estudian perfiles 2L verificando como válido el 2L 40,5.

$$\sigma' = \frac{N * \omega}{\Omega} \leq \sigma_{ADM} = \frac{2600\text{Kp}}{\text{cm}^2}$$

El radio de giro mínimo,  $i_x$ , se considera de 1,2cm.

$$\lambda_x = \frac{\beta * L}{i_x} = \frac{1 * 132,85}{1,2} = 111$$

De esta manera,  $\omega(111)$  devuelve un valor de 2,35.

Para este perfil, el peso es  $2,97\text{Kp}/\text{m}$  y el área  $\Omega = 3,79 * 2 = 7,58\text{cm}^2$ .

Para verificar finalmente el uso de este tipo de perfiles para los pares, se calcula el par que resulta más desfavorable:

$$\sigma' = \frac{1840 * 2,35}{7,58} = 570,44 \leq 2600 \frac{\text{Kp}}{\text{cm}^2}$$

### Cálculo de los tirantes.

Estas partes de la cercha trabajan a tracción, de esta manera el diseño de estos será inmediato, considerando como valor crítico a  $N_3 = -14,87\text{t}$ , lo que equivale a  $14870\text{Kg}$ . La longitud de los tirantes es de 1,67m, por lo tanto:

$$\sigma' = 1,25 * \frac{N}{\Omega} \leq \sigma_{ADM} = \frac{2600\text{Kp}}{\text{cm}^2}$$

En este caso:

$$\Omega \geq 1,25 * \frac{N}{\sigma_{ADM}} = 1,25 * \frac{14870}{2600} = 7,14 \text{ cm}^2.$$

Esta es el menor área que puede tener el perfil a instalar, por lo tanto se utilizará un perfil 2L 40.5, cuyo valor de  $\Omega$  es 3,79, por lo tanto  $3,79 \cdot 2 = 7,58 \text{cm}^2$ .

Cálculo de las diagonales:

El valor de las diagonales es el siguiente:

- Diagonal 1:  $\sqrt{1,2^2 + 1,67^2} = 2,0567 \text{m}$ .
- Diagonal 2:  $\sqrt{1,67^2 + 1,8^2} = 2,4556 \text{m}$ .

Estos segmentos se encuentran trabajando a tracción, por lo tanto el valor máximo es  $N_{10} = 3,51 \text{t}$ , lo que equivale a 3510kg. Se realizan los cálculos como antes:

$$\sigma' = 1,25 * \frac{N}{\Omega} \leq \sigma_{ADM} = \frac{2600 \text{Kp}}{\text{cm}^2}$$

$$\Omega \geq 1,25 * \frac{N}{\sigma_{ADM}} = 1,25 * \frac{3510}{2600} = 1,68 \text{cm}^2$$

De esta manera, esta área es el menor que podrá tener el perfil. Se va a utilizar un perfil 2L 40.4 cuyo  $\Omega$  es igual a  $3,08 \text{cm}^2$ .

Cálculo de los montantes:

La longitud de estos segmentos es de 0,45 y 1,2m, trabajando cada uno de ellos a compresión. Igualmente, el valor límite es  $N_9 = -2,58 \text{t}$ . La situación de pandeo, al igual que antes, se toma como  $\beta = 1$ , estableciendo el radio de giro  $i_x$  como 1,21cm. De esta manera se comprobará que el perfil L 40.4 cumple con las condiciones.

$$\sigma' = \frac{N * \omega}{\Omega} \leq \sigma_{ADM} = \frac{2600 \text{Kp}}{\text{cm}^2}$$

$$\lambda_x = \frac{\beta * L}{i_x} = \frac{1 * 45}{1,21} = 37$$

Obteniendo  $\omega(37) = 1,06$ . El perfil elegido tiene un peso de 2,42Kp/m y un área  $\Omega = 3,08 \text{cm}^2$ . Dado que los pares serán iguales, se comprueba el que se considera más desfavorable:

$$\sigma' = \frac{3510 * 1,06}{3,08} = 1207,98 \leq 2600 \frac{\text{Kp}}{\text{cm}^2}$$

Una vez obtenidas todas las características se resumen estas en la siguiente tabla:

**Tabla 5: Longitudes y pesos de la cercha. Fuente: Elaboración propia.**

| BARRA      | PERFIL  | LONGITUD | PESO (Kp/m) | PESO(Kp) |
|------------|---------|----------|-------------|----------|
| Pares      | 2L 40.5 | 10,63*2  | 2,97        | 63,14    |
| Tirantes   | 2L 40.5 | 10*2     | 2,97        | 59,4     |
| Diagonales | 2L 40.4 | 4,5125*2 | 2,42        | 21,83    |
| Montantes  | 2L 40.4 | 1,65*2   | 2,42        | 7,99     |

El total de Kp es de 152,36.

### 3.2.6. PILARES.

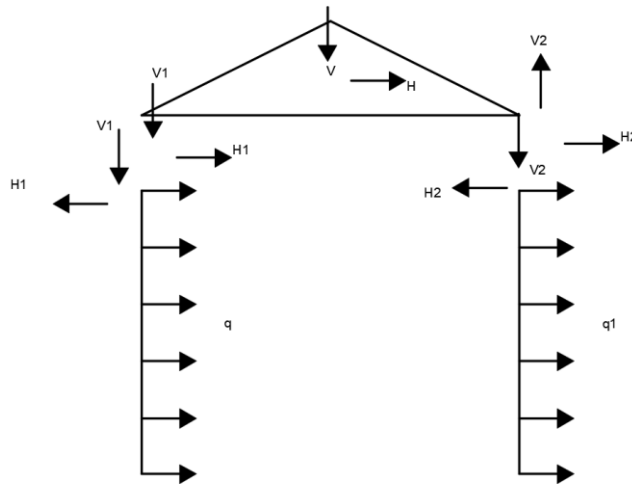
Para el cálculo de los pilares es necesario contemplar los efectos que ocasionen los empujes entre la cercha y los pilares. Para el cálculo de estos, es necesario contemplar lo siguiente:

- La unión existente entre el pilar y la cercha se toma como articulada, igual que en el caso anterior, al ser los momentos pequeños se consideran insignificantes.
- El pórtico propuesto, se trata de un sistema hiperestático de grado  $q$ . para su cálculo se sigue el principio de superposición de efecto, añadiendo a este además una ecuación obtenida a partir de las condiciones de compatibilidad y comportamiento. Estas serán obtenidas dado que se considera a la cercha como indeformable. Estas condiciones se aceptan ya que la cercha se considera indeformable, estando expuesta a pequeñas deformaciones.

#### Hipótesis de carga.

La cercha no ocasiona momento hacia los pilares, de este modo será el viento el que genere mayores momentos flectores a los pilares. La hipótesis más desfavorable, por lo tanto, será el sumatorio de las fuerzas más desfavorables, tal y como se representó en la ilustración 6. Para el cálculo de los pilares se tendrán en cuenta los empujes entre la cercha y los pilares, tal y como se muestra a continuación:

**Ilustración 8: Diagrama de empujes cercha-pilares. Fuente: Elaboración propia.**



A partir de este diagrama se realiza el cálculo mediante unas ecuaciones de equilibrio.

EJE X:

La longitud del faldón,  $L_f$ , es de 5,314m. Las operaciones a realizar son las siguientes:

$$H = -1 \sin 19,8 * L_f + 100 * \sin 19,8 * L_f = 178,2Kp.$$

$$H1 = \frac{3}{16} * (q - q1) * h - \frac{H}{2}$$

$$H1 = \frac{3}{16} * (200 - 100) * 4 - \frac{178,2}{2} = -14,1Kp.$$

$$H2 = \frac{3}{16} * (q - q1) * h - \frac{H}{2}$$

$$H2 = \frac{3}{16} * (200 - 100) * 5 - \frac{178,2}{2} = 4,65Kp.$$

Tras obtener estos datos, ya se pueden calcular todas las acciones necesarias para diseñar los pilares. Se va a aplicar un equilibrio estático:

EJE Y:

$$V_1 + V_2 = (141,45 + 541,6) * 2 * L_f - 1 \cos 19,8 * L_f - 100 \cos 19,8 * L_f$$

$$V_1 + V_2 = (141,45 + 541,6) * 2 * 5,314 - 1 \cos 19,8 * 5,314 - 100 \cos 19,8 * 5,314 = 6754,47Kp$$

Se va a realizar un equilibrio de momentos, Z, del cual se obtiene:



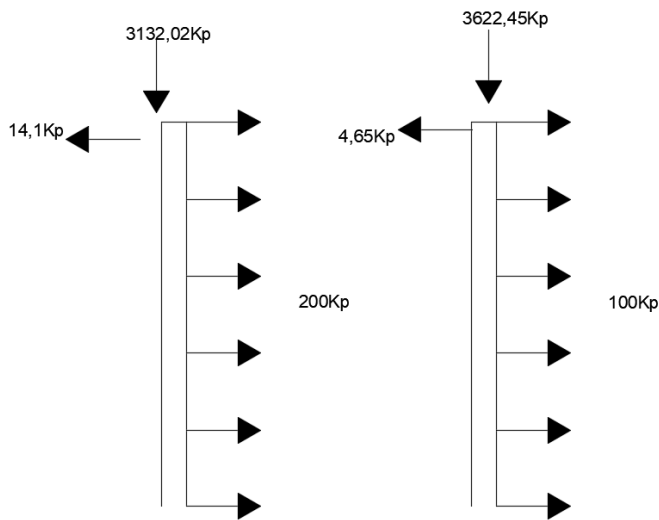
$$(141,45 + 541,6) * 2 * \frac{L}{2} * L_f - 1 * \left(\frac{L_f^2}{2}\right) - 100 \cos 19,8 * L_f * \left(\frac{3}{4}\right) + 200 \sin 19,8 * L_f - V_2 * L$$

Considerando L como 4, se calcula la ecuación obteniendo:

$$14518,91 - 14,12 - 374,98 + 360,01 = V_2 L \rightarrow V_2 = 3622,45 Kp.$$

$$V_1 + V_2 = 6754,47 Kp \rightarrow V_1 = 3132,02 Kp.$$

**Ilustración 9: Diagrama de esfuerzos sobre los pilares. Fuente: Elaboración propia.**



La zona o sección más crítica es la que se corresponde con la unión donde se encuentra el esfuerzo superior, coincidiendo con el momento máximo. Los momentos máximos son:

$$M_{1MAX} = 200 * \left(\frac{4^2}{2}\right) + 14,1 * 4 = \frac{1656,4 Kp}{m}$$

$$M_{2MAX} = 100 * \left(\frac{4^2}{2}\right) + 4,65 * 4 = \frac{818,6 Kp}{m}$$

El pilar izquierdo posee un momento mayor, por lo tanto se considera el más crítico y será sobre el que se realice el diseño poste

### DISEÑO DE LOS PILARES.

Las cortantes pueden no ser consideradas al considerar las tensiones originadas por el momento flector:

$$\sigma' = \frac{N * \omega}{\Omega} + \frac{M_z}{W_z} \leq \sigma_{ADM} = \frac{2600 Kp}{cm^2}$$

Ya que existen tres variables diferentes se elegirá el perfil más adecuado por tanteo.

$$\sigma' \approx \frac{M_z}{W_z} \leq \sigma_{ADM} = \frac{2600Kp}{cm^2}$$

$$W_z \geq \frac{M_z}{\sigma_{ADM}} = \frac{165640}{2600} = 63,7 \text{ cm}^2.$$

Considerando perfiles IPE, y consultando las tablas de características de estos, se toma el perfil IPE 180 el cual tiene las siguientes características:

- $W_z = 146 \text{ cm}^3$ .
- $i_z = 7,42 \text{ cm}$ .
- $i_y = 2,05 \text{ cm}$ .
- $\Omega = 23,9 \text{ cm}^2$ .
- $i_x = 1320 \text{ cm}^4$ .

El extremo superior permite el desplazamiento, de esta manera el comportamiento es similar a un voladizo, adoptando de esta manera un coeficiente de pandeo  $\beta=2$ . Los pilares se encuentran apoyados en dirección perpendicular, por lo tanto el coeficiente de pandeo será  $\beta=0,7$ . Teniendo en cuenta esto:

$$\lambda_z = \frac{L_p}{i_z} = \frac{\beta h}{i_z} = \frac{2 * 400}{7,42} = 107,82$$

$$\lambda_y = \frac{L_p}{i_y} = \frac{\beta h}{i_y} = \frac{0,7 * 400}{2,05} = 136,6$$

La dirección más crítica será la dirección y, perpendicular a la nave, para el tipo de acero UNE-EN 10025 275JR y lo obtenido anteriormente,  $W(137)$  toma un valor de 3,36. Con esto se comprueba que el perfil determinado es válido:

$$\sigma' = \frac{N * \omega}{\Omega} + \frac{M_z}{W_z} \leq \sigma_{ADM} = \frac{2600Kp}{cm^2}$$

$$\sigma' = \frac{3622,45 * 3,36}{23,9} + \frac{165640}{63,7} > \sigma_{ADM} = \frac{2600Kp}{cm^2}$$

Al ser mayor que la tensión máxima admisible del acero se desecha este perfil, realizando nuevamente el cálculo para un perfil IPE 220 de características:

- $W_z = 250 \text{ cm}^3$ .
- $i_z = 9,11 \text{ cm}$ .
- $i_y = 2,48 \text{ cm}$ .
- $\Omega = 33,4 \text{ cm}^2$ .
- $i_x = 2770 \text{ cm}^4$ .

Los coeficientes de pandeo se mantienen igual, ahora se realiza el cálculo:

$$\lambda_z = \frac{L_p}{i_z} = \frac{\beta h}{i_z} = \frac{2 * 400}{9,11} = 87,81$$

$$\lambda_y = \frac{L_p}{i_y} = \frac{\beta h}{i_y} = \frac{0,7 * 400}{2,48} = 112,9$$

La dirección más crítica será la dirección y, perpendicular a la nave, para el tipo de acero elegido en el apartado anterior y lo obtenido anteriormente, W(113) toma un valor de 2,39. Con esto se comprueba que el perfil determinado es válido:

$$\sigma' = \frac{N * \omega}{\Omega} + \frac{M_z}{W_z} \leq \sigma_{ADM} = \frac{2600Kp}{cm^2}$$

$$\sigma' = \frac{3622,45 * 2,39}{33,4} + \frac{165640}{63,7} \leq \sigma_{ADM} = \frac{2600Kp}{cm^2}$$

Este perfil es válido.

### Comprobación de la rigidez.

Es necesario realizar esta comprobación, la flecha que se origina se encuentra en la parte superior y de su desplazamiento se obtiene:

$$\delta_{1x} = \frac{q * h^4}{8EI} - \frac{H1 * h^3}{3EI} = \delta_{2x} = \frac{q * h^4}{8EI} - \frac{H2 * h^3}{3EI}$$

$$\delta_{1x} = \frac{2 * 400^4}{8 * 2,1 * 10^6 * 1320} - \frac{14,1 * 400^3}{3 * 2,1 * 10^6 * 1320} = 2,2cm.$$

$$\delta_{2x} = \frac{2 * 400^4}{8 * 2,1 * 10^6 * 1320} - \frac{4,65 * 400^3}{3 * 2,1 * 10^6 * 1320} = 2,26cm.$$

Atendiendo a la normativa, la comprobación de rigidez debe realizarse sin ponderar, en este caso el desplazamiento se encuentra ponderado por lo que habrá que dividir el valor obtenido entre un coeficiente. Los coeficientes utilizados para esta hipótesis son 1,33 y 1,5, por lo que se tomará el valor medio de ellos: 1,41.

De esta manera, el desplazamiento será:

$$\delta = \frac{2,26}{1,41} = 1,602cm.$$

De manera general se exige una flecha admisible,  $f_{ADM}$ , igual a  $L/K$ , siendo K una constante dada por la normativa, variando en función del tipo de viga, carga..etc.

$$f_{ADM} = \frac{L}{K} \rightarrow K = \frac{400}{1,602} = 249,55.$$

Los valores de K en las estructuras metálicas oscilan entre 500 y 250, siendo el primero de ellos el valor más crítico. En este caso, el valor obtenido está cercano a 250, por lo que es un valor aceptable.

### 3.2.7. VIGAS.

Las vigas en esta estructura van a cumplir diferentes funciones: van a servir de atado de los pilares; unirán estos entre sí; y serán los dinteles de puertas y ventanas. Las vigas de esta estructura no reciben cargas, ni se encuentran expuestas a acciones sísmicas por lo que se utilizará el perfil de las correas, IPE-180 de acero UNE-EN 10025 275JR.

### 3.2.8. MUROS Y FACHADAS LATERALES.

Los muros hastiales vendrán determinados por la colocación de pilares y perfiles que unirán las cabezas de los pilares o dinteles; también será necesario colocar unos perfiles que conecten los pilares a la altura de la fachada.

- Cargas sobre la estructura: La fachada lateral recibirá una carga, que será aproximadamente como la que recibe el pórtico central. La pared o fachada lateral recibirá el viento frontal, repartiendo su carga sobre los pilares. Por lo tanto, la carga se considera que actúa sobre una superficie de altura 5,8 metros y una luz o anchura de 10 metros.
- Hipótesis de carga: La hipótesis de carga más crítica es la del pórtico central, pese a que la carga se divide a la mitad. Para ello también se contempla el viento que incide sobre la fachada, este viento se obtendrá con un coeficiente de ponderación de 1,5 en el caso más desfavorable y de 1,35 de coeficiente eólico en este caso.

#### **Cargas e hipótesis:**

##### Diseño del dintel:

Para el cálculo y diseño del dintel se considera la hipótesis de carga permanente y carga de nieve como desfavorables, y la carga por viento favorable, divididas estas a la mitad. Siguiendo estos pasos se obtiene:

$$q' = \frac{544,96}{2} = 272,48 \frac{Kp}{m}$$

El dintel se diseñará tal y como si fuese una viga continua con esta carga obtenida, esto le confiere a la estructura un margen de seguridad.

##### Diseño de los pilares:

Al igual que antes, será necesario adoptar un margen de seguridad, diferenciando entre los pilares centrales en el muro hastial y los pilares laterales. El diseño de los pilares centrales se hará a partir del pilar central, considerándose este como el más crítico. El momento recibido del dintel se toma como inapreciable, por lo que la carga recibida a compresión vendrá dada por la cubierta, y la carga que origina flexión dada por el viento frontal.

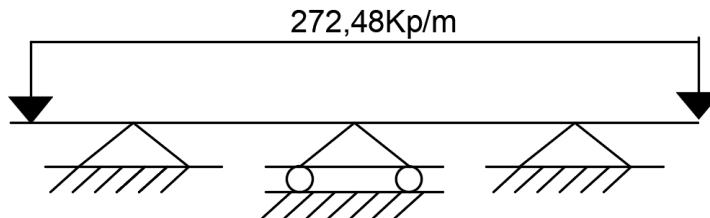
##### Vigas de fachada o aleros:

Estos elementos se diseñaran considerando un apoyo de los pilares sobre ellos.

#### **DISEÑO DE LOS DINTELES:**

Tal y como se ha expuesto anteriormente, los dinteles se consideran como vigas continuas y sobre los que recae la carga vertical. De esta manera se toman como inapreciables las cargas que pudieran originarse por una ligera inclinación de la viga. El diagrama de fuerzas es el siguiente:

**Ilustración 10: Representación gráfica de los dinteles. Fuente: Elaboración propia.**



A continuación se calcula el momento:

$$M'_{max} = 0,1 * q' * \frac{L_f^2}{2} = 0,1 * 272,48 * \left(\frac{5,314}{2}\right)^2 = 192,36 \frac{Kp}{m}$$

El diseño se va a realizar a resistencia, por lo tanto se desprecian las fuerzas cortantes:

$$\sigma' = \frac{M_z}{W_z} \leq 2600 \frac{Kp}{cm^2}$$

$$W_z \geq \frac{M_z}{\sigma_{ADM}} = \frac{19236}{2600} = 7,39 \text{ cm}^3$$

Se toma el perfil IPE 80 de acero UNE-EN 10025 275JR para la comprobación de su validez, las características de este son:

- $W_z = 20 \text{ cm}^3$ .
- $I_z = 80,1 \text{ cm}^4$ .

Con estos datos se va a realizar la comprobación de la rigidez a partir de su similitud con una viga de dos apoyos y carga uniforme, la cual tiene una flecha:

$$f_{BA} = \frac{-5qL^4}{384EI}$$

Siendo L la separación entre vanos y teniendo una flecha  $f = 0,415 * f_{BA}$ . Al igual que antes, la carga esta ponderada por lo que se va a dividir entre un coeficiente para deshacer esta ponderación: el coeficiente a utilizar es 1,415.

$$q = \frac{272,48}{1,415} = 192,56 \frac{Kp}{m}$$

$$L = \frac{5,314}{2} = 2,657 \text{ m}$$

$$f_{BA} = -\frac{5qL^4}{384EI} = \frac{-5 * 1,9256 * 265,7^4}{384 * 2,1 * 10^6 * 80,1} = 0,647cm$$

De esta manera, la flecha será:

$$f = 0,415 * f_{BA} = 0,415 * 0,647 = 0,2685cm$$

La flecha admisible viene dada por L/250, por lo tanto:

$$\frac{L}{250} = \frac{265,7}{250} = 1,06$$

Al obtener este resultado, el perfil utilizado es válido.

### **DISEÑO DE LOS PILARES CENTRALES:**

Los dinteles originan una carga vertical que se reparte por los pilares, correspondiéndole V a los pilares centrales y V/2 a los pilares laterales, de esta manera:

$$4V = 272,48 * 2 * 5,314 \rightarrow V = 723,97 \approx 724 Kp.$$

La carga del viento será:

$$q_{VI} = W * C_{VI} = 1,2 * 50 = 60 \frac{Kp}{m^2}$$

$$q'_{VI} = c * q_{VI} = 1,5 * 60 = 90 \frac{Kp}{m^2}$$

Tomando como superficie expuesta al viento un rectángulo de 5,8m de altura y una base de 10m, de esta manera la superficie será:

$$S = 5,8 * 10 = 58 m^2$$

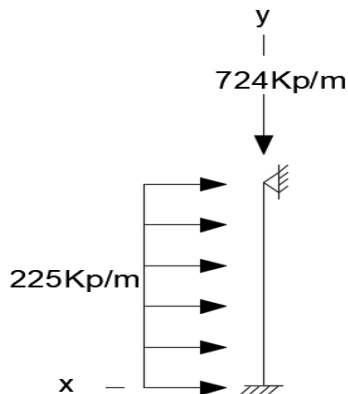
De este modo la carga total será:

$$V_1 = q'_{VI} * S = 90 * 58 = 5220Kp$$

Tal y como se ha expuesto anteriormente, los pilares laterales tendrán que soportar 5220/8= 652,5Kp; y los pilares centrales 1305Kp.

El pilar central ha de soportar una carga de 634Kp y también una carga de viento frontal distribuido, cuyo valor es 1305/5,8=225Kp/m.

El diagrama de estas cargas se representa a continuación:

**Ilustración 11: Diagrama de cargas asumidas por el muro. Fuente: Elaboración propia.**

Ahora hay que comprobar la resistencia:

$$\sigma' = \frac{N * \omega}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_z}{W_z} \leq \sigma_{ADM}$$

El valor de N es -724Kp, el de  $M_z$  es 0 y  $M_{MAX} = 0,32pH^2$  ubicado a  $5L/8$  de la base. El momento de la base será:

$$M_x = 0,125 * p * H^2$$

Considerando z, las reacciones serán;

- Base:  $5 * p * H / 8$
- Cumbre:  $3 * p * H / 8$

El cálculo del momento será:

$$M_{xMAX} = 0,32 * p * H^2 = 0,32 * 225 * 36 = 2592 Kp * m$$

$$\sigma' \approx \frac{M_x}{W_x} \leq \sigma_{ADM} \rightarrow W_z = \frac{M_x}{\sigma_{ADM}} = \frac{259200}{2600} = 99,69 \text{ cm}^3$$

Este resultado se redondea a  $100 \text{ cm}^3$ . El perfil IPE del acero escogido tiene las siguientes características:

- $W_x = 109 \text{ cm}^3$ .
- $I_x = 6,58 \text{ cm}$ .
- $I_z = 1,84 \text{ cm}$ .
- $I_x = 869 \text{ cm}^4$ .
- $\Omega = 20,1 \text{ cm}^2$ .

El coeficiente de pandeo se escoge  $\beta = 0,7$  dado que se trata de una sustentación empotrada.

$$L_{px} = \beta_x * H = 0,7 * 580 = 406 \text{ cm}$$

$$L_{pz} = \beta_z * H = 0,7 * 400 = 280cm$$

$$\lambda_x = \frac{L_{px}}{i_x} = \frac{406}{6,58} = 61,7$$

$$\lambda_z = \frac{L_{pz}}{i_z} = \frac{280}{1,84} = 152$$

La  $\omega$  para el valor obtenido de 152 es 4,05, a partir del cual se sigue operando:

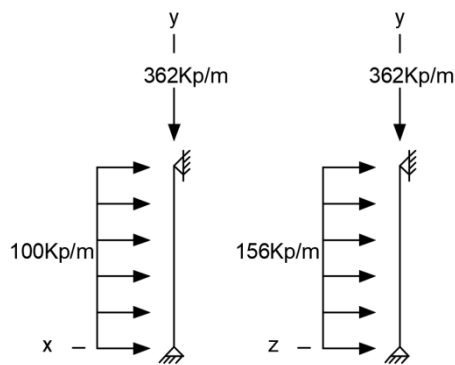
$$\sigma' = \frac{N * \omega}{A} + \frac{M_x}{W_x} = \frac{724 * 4,05}{20,1} + \frac{259200}{109} = 2523,86 \leq 2600 \frac{Kp}{cm^2}$$

Al obtenerse un valor menor este perfil es válido.

### DISEÑO DE LOS PILARES LATERALES:

Pese a existir un pilar crítico, el diseño se realiza para ambos pilares iguales puesto que se puede invertir la carga al soplar el viento por ambos sitios. El valor de la carga vertical es  $V/2 = 724/2 = 362Kp$ . La carga originada por el viento frontal viene dada por  $652,5/4 = 156,375 Kp/m$ . la carga lateral del viento es de  $100Kp/m$ . De esta manera los pilares laterales tendrán una carga de  $362Kp$  por compensación y dos cargas de  $100Kp/m$  en x y  $156,375Kp/m$  en z. el viento se considera soplante en una sola dirección, tal y como se muestra en la siguiente figura:

**Ilustración 12: Diagrama de los pilares laterales. Fuente: Elaboración propia.**



En la situación de carga uno:

$$M_{Xmax} = 0,32 * q * H^2 = 0,32 * 100 * 16 = 512Kp * m$$

En la situación de carga dos:

$$M_{Xmax} = 0,32 * q * H^2 = 0,32 * 156,375 * 16 = 800,64kp * m$$

Los momentos que se generan en la base serán:

$$M_{Xmax} = 0,125 * q * H^2 = 0,125 * 100 * 16 = 200Kp * m$$

$$M_{Xmax} = 0,125 * q * H^2 = 0,125 * 156,375 * 16 = 321,75Kp * m$$



Dado que el estado de cargas es muy parecido, se va a optar por un perfil HEB que ofrezca un comportamiento mejor. Este perfil no ofrece diferencias significantes entre ambas direcciones.

$$\sigma' \approx \frac{M * x}{W_x} \leq \sigma_{ADM} = W_z = \frac{M * X}{\sigma_{ADM}} = \frac{80064}{2600} = 30,79 \text{ cm}^3$$

Este resultado se redondea al alza, tomando  $31\text{cm}^3$ . Se opta por la comprobación del perfil menor de los IPN, siendo este el IPN-100, el cual tiene las siguientes características:

- $W_x = 90\text{cm}^3$ .
- $W_z = 33\text{cm}^3$ .
- $i_x = 4,16\text{cm}$ .
- $i_z = 2,53\text{cm}$ .
- $I_x = 450\text{cm}^4$ .
- $I_z = 167\text{cm}^4$ .
- $\Omega = 26\text{cm}^2$ .

A partir de estos datos, y considerando el coeficiente de pandeo como  $\beta = 0,7$  como anteriormente, se realiza la comprobación:

$$L_{Px} = \beta_x * H = 0,7 * 400 = 280\text{cm}$$

$$L_{Pz} = \beta_z * H = 0,7 * 400 = 280\text{cm}$$

$$\lambda_x = \frac{L_{Px}}{i_x} = \frac{280}{4,16} = 67,3$$

$$\lambda_z = \frac{L_{Pz}}{i_z} = \frac{280}{2,53} = 110,67$$

Ambos valores se redondean al alza, concretamente a 68 y 111. A partir del valor mayor se va a la tabla y se obtiene  $\omega(111) = 2,53$ . A partir de estos valores se opera para ambas direcciones:

En la dirección x:

$$\sigma' = \frac{N * \omega}{\Omega} + \frac{M_x}{W_x} = \frac{362 * 2,35}{26} + \frac{80064}{33} = 2458,9 \leq 2600 \frac{\text{Kp}}{\text{cm}^2}$$

En la dirección z:

$$\sigma' = \frac{N * \omega}{\Omega} + \frac{M_x}{W_x} = \frac{362 * 2,35}{26} + \frac{80064}{90} = 922,32 \leq 2600 \frac{\text{Kp}}{\text{cm}^2}$$

En ambas direcciones el perfil será válido puesto que el valor obtenido es menor a la tensión admisible del acero. El pandeo podría aparecer en cualquier dirección, incluso en la más crítica por lo que la condición de pandeo es igual para ambas direcciones. Pese a esto, se toma como válido el cálculo ya que en los pilares se desprecia la flecha por la rigidez existente en el pilar y en la estructura en general. De este modo, la ser válido y con el objetivo de simplificar y abaratar el aprovisionamiento de materiales se colocaran pilares de perfil IPE.

## DISEÑO DE LOS ARRIOSTRAMIENTOS Y VIGAS DE ATADO.

Estos elementos sirven de apoyo en la parte superior de los pilares, soportando una carga de  $p \cdot 3 \cdot H/8$ . De todas ellas, el caso más desfavorable será el de la viga de la cumbrera donde  $p$  toma un valor de 225Kp/m a la máxima altura de la nave, 5,8m en una longitud de 5m. La carga obtenida es de:

$$N = p \cdot 3 \cdot \frac{H}{8} = 225 \cdot 3 \cdot \frac{5,8}{8} = 489,375 \text{ Kp.}$$

En este caso se optará por un utilizar dos perfiles UPN-120 soldados entre si puesto que se desea paliar el problema del pandeo. Las características que aporta este tipo de perfil son:

- $I_{\min} = 3,1 \text{ cm.}$
- $\Omega = 22 \text{ cm}^2.$

Al unirse mediante soldadura en los extremos se le va a aplicar un coeficiente  $\beta=1$  con el objetivo de aumentar el grado de seguridad. De esta manera:

$$L_p = \beta \cdot s = 1 \cdot 500 = 500 \text{ cm.}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{L_p}{i_{\min}} = \frac{500}{3,1} = 161,29$$

Este valor se redondea al alza hasta 162 y se obtiene el valor de  $\omega(162) = 4,56$  en la tabla correspondiente.

$$\sigma' = \frac{N \cdot \omega}{\Omega} = \frac{489,375 \cdot 4,56}{22} = 101,422 \leq 2600 \frac{\text{Kp}}{\text{cm}^2}$$

El valor obtenido es menor que la tensión admisible del acero por lo que el perfil será válido.

El arriostramiento se realizará sobre las vigas y tirandillas de la cubierta en las proximidades de las cerchas de los extremos y entre los pilares siguientes, aportando de esta manera una mayor seguridad al disminuir la posibilidad de desplazamiento indeseado de los componentes de la estructura sin incrementar el coste excesivamente. En el caso de los pilares, este elemento va a asentarse y fijarse sobre la cabeza del pilar, evitando así el movimiento y posibles peligros para la estructura.

La estructura, tanto lateral como de la cubierta se representa en los Planos N°8 y 9.

### 3.3. CIMENTACIÓN.

Tras realizar el diseño de la estructura de la nave el siguiente paso es el diseño de la cimentación que la va a sustentar. El asiento de la estructura sobre la cimentación será una placa de acero que confiera rigidez a la estructura, a la que se le añaden cartelas en las dos direcciones para favorecer este aspecto. La cimentación es de vital importancia, siendo uno de los aspectos más importantes ya que debe conferir seguridad a la nave. Los pilares que conforman el pórtico central estarán diseñados en función de la situación más crítica, aportando este mismo diseño al resto de pilares, dado que el pilar central será el que mayor carga soporte, además de ser el más voluminoso, este diseño será suficiente para el resto de pilares.

La base del pilar soporta una serie de esfuerzos:

$$N' = 3622,45 \text{Kp} = 3,62 \text{t}$$

$$M' = 1656 \text{Kp/m} = 1,656 \text{Kp/m}$$

Para el cálculo de la cimentación es necesario comprobar las cargas sin ponderar. Para ello habrá que tomar el coeficiente promedio de las 3 cargas: carga permanente, carga por nieve y carga por viento.

$$C = \frac{(Cp + Cn + Cvi)}{3} = \frac{1,35 + 1,5 + 1,5}{3} = 1,45$$

Los esfuerzos sin ponderar toman los siguientes valores:

$$M = \frac{M'}{C} = \frac{1,656}{1,45} = 1,14 \text{t/m}$$

$$N = \frac{N'}{C} = \frac{3,62}{1,45} = 2,49 \text{t}$$

El momento cortante será el más desfavorable de los momentos soportados por los pilares que sostienen la cercha, este momento viene dado por la siguiente ecuación:

$$M = \frac{5 * p * L^2}{16}$$

Si se considera E como el empuje que realiza la cercha se pueden establecer las ecuaciones de equilibrio:

$$\begin{aligned} V + E &= p * I & \sum F &= 0 \\ M + E * I - \frac{p * l^2}{2} &= 0 & \sum M &= 0 \\ E &= \frac{p * l}{2} - M * I \\ V + E &= p * I \end{aligned}$$

$$V = p * I - \frac{p * l}{2} * \frac{M}{I}$$

$$p = \frac{p'}{Cvi} = \frac{480}{1,5} = 320kg = 0,32t$$

$$V = 0,32 * 2 + \frac{1,14}{4} = 0,925t$$

$$V' = Cvi * V = 1,5 * 0,925 = 1,38t$$

Los esfuerzos soportados por el pilar se representan a continuación en la tabla 6 :

**Tabla 6: esfuerzos soportados por el pilar. Fuente: Elaboración propia.**

|             |          |          |
|-------------|----------|----------|
| M=1,14t/m   | N=2,49t  | V=0,925t |
| M'=1,656t/m | N'=3,62t | V'=1,38t |

### 3.3.1. CÁLCULO DE LA PLACA BASE.

Para ello, lo primero que hay que hacer es calcular la excentricidad, es decir, la distancia existente entre el centro geométrico de una pieza y su centro de giro.

La excentricidad viene dada por la siguiente ecuación:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{1,14}{2,49} = 0,45m.$$

La placa base se fija mediante los elementos de sujeción, este componente forma la base del pilar sobre la cual posteriormente se suelda y sujeta al cimiento por tornillos. Para diseñar esta sujeción se siguen los criterios indicados en la norma NBE EA-95 de estructura de acero y en la norma EHE-99 para estructuras de hormigón. Es necesario realizar un diseño previo para establecer el cálculo de la placa base, donde es de vital importancia conocer la posición de los tornillos. Siguiendo la norma, la distancia entre los centros de los orificios de los tornillos extremo han de cumplir que  $t_1 \leq 2a$  y que  $t_2 \geq 1,5a$ ; siendo “a” el diámetro de cada uno de los tornillos. A parte de esto, tiene que cumplirse que  $t \leq 3a$  y que  $t \leq 6$ , considerando el espesor de la unión.

Siguiendo esta misma normativa se toman los valores orientativos para las uniones con tornillos:

$$\emptyset = \sqrt{5} * y - 0,2.$$

Siendo y el espesor de la unión en cm, siendo aconsejable que este valor oscile entre 1,5 y 1,8. En este caso se tomara  $y=1,5$ , disminuyendo así los problemas de manejo, además se considera  $\emptyset=2,54$ . Por lo tanto se tomara un diámetro de 3cm, obteniendo así un diámetro del agujero de 31mm ya que este orificio se considera 1mm mayor. Siguiendo el lado mayor de la nave, para el borde se comprueba:

$t_1 \leq 62mm$  y  $t_2 \geq 46,5mm$ .  $t \leq 93mm$  y  $t \leq 90mm$ . De esta manera se considera  $t_1=t_2=65mm$ , cumpliendo la norma.

Las necesidades de la placa son las siguientes:

- Será cuadrada con el objetivo de simplificar el cálculo y su instalación, ya que cada pilar ha de montarse sobre ella.
- Existirá una distancia de vuelco mínimo, la existente entre el pilar y el extremo de la placa. Esta se considera como  $V_{min}=t_1+r_c$ . Dónde  $r_c$  es el radio que tiene la cabeza del tornillo. En este caso, y puesto que se está siguiendo la norma NBE AE en su tabla 2.5.3.A el radio para el tornillo elegido es 5,31cm.

De esta manera se puede calcular la distancia de vuelco mínimo:

$$V_{min} = t_1 + r_c = 6,5 + 5,31 = 11,81cm$$

Es necesario calcular el valor de D, este sigue la siguiente expresión:

$$D > 2V_{min} + h = 236,2 + 200 = 436,2mm$$

Dado que se toma  $h=200$  ya que se corresponde con el canto del perfil. Con el objetivo de aportar seguridad y amplitud a la hora del trabajo se aumentan las dimensiones, considerando una chapa de 45x45cm, siendo de esta manera el ancho de la chapa, B, igual que el largo ,D. AL tomar esta elección hay que comprobar:

$$e = 80cm \geq \frac{D}{2} - \frac{d}{3}$$

Dónde d es:

$$d = D - t_1 = 45 - 6,5 = 38,5cm$$

Y por lo tanto:

$$e = 80 \geq \frac{45}{2} - \frac{38,5}{3} = 9,66cm$$

Por lo tanto se cumple esta condición. Ahora se lleva a cabo el cálculo de la tensión máxima:

$$\sigma_{ADM} = \frac{2(N + T)}{xB}$$

Donde puede obtenerse el valor de y a partir de la siguiente ecuación:

$$x^3 + K_1x^2 + K_2x + K_3 = 0$$

Los valores de las constantes son:

$$K_1 = 3 \left( e - \frac{D}{2} \right)$$

$$K_2 = \frac{6 * n * Aa * (f + e)}{B}$$

$$K_3 = -K_2 \left( f + \frac{D}{2} \right)$$

Siendo  $n=E_A/E_C$ . Tomando como valor de  $E_C=8500\sqrt{f_{cm}}$  según la norma EHE-99; y como valor de  $f_{cm}=f_{ck}+3$  (N/mm<sup>2</sup>). Al tratarse de un hormigón de HA 25 y un valor de  $E_A= 2,1*10^6$ Kp/cm<sup>2</sup> el valor de  $n$  será igual a 8. A partir de esto se calculan las constantes:

$$K_1 = 3 \left( e - \frac{D}{2} \right) = 3 \left( 139 - \frac{45}{2} \right) = 349,5$$

Tomando como valor de  $Aa= N_t*\pi*\phi^2/4$ , y siendo  $N_t$  el número de tornillos, que en este caso serán 2 dado que la carga se resiste en un solo lado, se obtiene un valor de  $Aa=14,14$ . Ahora se calcula la segunda constante:

$$K_2 = \frac{6 * n * Aa * (f + e)}{B} = \frac{6 * 8 * 14,14 * (16 + 139)}{5} = 21040,32$$

El cálculo de la tercera constante es el siguiente:

$$K_3 = -K_2 \left( f + \frac{D}{2} \right) = -21040,32 \left( 16 + \frac{45}{2} \right) = -810052,32$$

Una vez obtenidas las constantes y resolviendo la ecuación inicial se obtiene un valor de  $x=16,4$ cm. Una vez calculado este valor es necesario despejar el valor de  $T'$  para poder calcular la tensión máxima.  $T'$  se obtiene de la siguiente manera:

$$T' = -N' * \frac{3D - 2x - 6e}{3D - 2x + 6f} = -3,62 * \frac{3 * 45 - 2 * 16,4 - 6 * 139}{3 * 45 - 2 * 16,4 + 6 * 16} = 13,3t$$

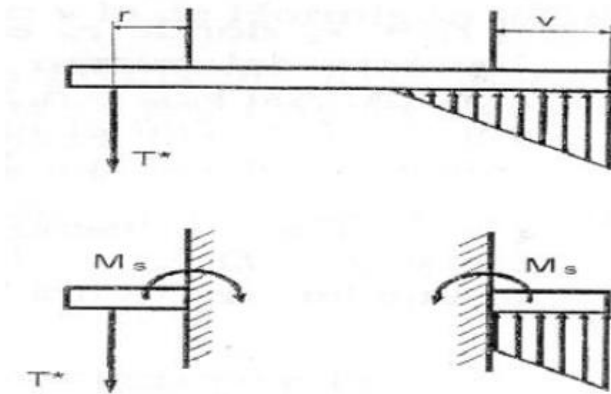
El valor de la tensión máxima se obtiene a continuación:

$$\sigma_M = \frac{2(N' + T')}{xB} = \left( \frac{2(3,62 + 13,3)}{0,164 * 0,45} \right) = 458,53 \frac{t}{m^2} = 45,8 \text{ Kp/cm}^2 \leq 250 \text{ Kp/cm}^2$$

El valor obtenido es menor a la tensión máxima, por lo tanto el diseño es válido.

Las secciones extremas que tiene el pilar serán las más desfavorables, por lo tanto se comprobará la placa a partir de ellas, calculándose como si fuera una ménsula. La placa base generará una flexión, lo generado se indica en la siguiente ilustración en la que se encuentran las dos situaciones posibles.

**Ilustración 13: Diferentes situaciones de flexión de la placa base. Fuente: Imagen extraída de internet.**



Por lo que para la primera situación considerada:

$$M_s^+ = T' * r = T'(V - t_1) = 13,3(12,5 - 6,5) = 39,66 \frac{t}{cm}$$

$$\sigma_s = \sigma_M * \frac{x - V}{x} = 22,88 * \frac{16,4 - 12,5}{16,4} = 5,42 \frac{Kp}{cm^2}$$

Para la segunda situación los cálculos son los siguientes:

$$\begin{aligned} M_s &= \frac{1}{2} \sigma_s BV^2 + \frac{1}{2} (\sigma_M - \sigma_s) BV^2 * \frac{2}{3} \\ &= \frac{1}{2} * 5,42 * 45 * 12,5^2 + \frac{1}{2} (22,8 - 5,42) * 45 * 12,5^2 * \frac{2}{3} = 59789,06 \frac{Kp}{cm} \end{aligned}$$

El caso más desfavorable es el primero, por lo tanto la tensión será:

$$\sigma' = \frac{M'}{W} = \frac{M'}{W_s}$$

Como el momento ponderado de la sección es igual a  $M' = M_s'$  y  $W = W_s$  se trata del módulo resistente de la sección S. Por lo tanto habrá que verificar que la tensión generada es menor que la admisible por el acero.

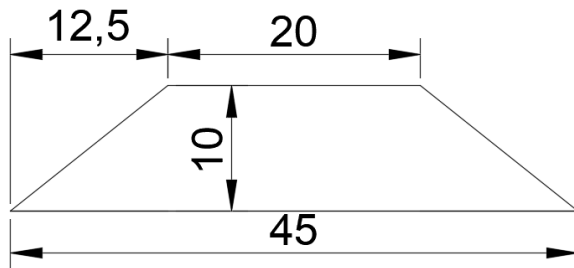
En el caso de no tener cartelas, el espesor de la chapa tomaría este valor:

$$Y_{min} = \sqrt{\frac{6M_s}{B\sigma'}} = \sqrt{\frac{6 * 59789,06}{45 * 2600}} = 1,75cm$$

Este espesor se redondearía a 2cm. Sin embargo, al colocar unas cartelas de refuerzo de 10cm de altura y de espesor igual a la placa el diseño se considera seguro, aportando un buen margen de seguridad. Pese a ello, hay que calcular la unión de manera que el espesor de cartelas y de la chapa sea óptimo. Generalmente se suele sobredimensionar la cimentación por la importancia que esta tiene para la construcción, por lo tanto en este caso la unión se sobredimensionará. Para verificar el diseño de la placa base se van a establecer las características del cálculo, el cual es a flexión, por lo que habrá que obtener  $W_G$ , o módulo de resistencia, por ello también

será necesario obtener  $I_G$ , o momento de inercia. Primeramente hay que obtener la ubicación del centro de masa  $G$ , el cual se encuentra sobre el eje  $Z$ , siendo su posición  $Z_G$ . Para realizar esto se contemplaran los 3 triángulos con centro de masa  $G_1$ ,  $G_2$  y  $G_3$ , los cuales determinaran 3 áreas,  $A_1$ ,  $A_2$  y  $A_3$ . El centro de gravedad con respecto al eje  $z$  se encuentra en la base del rectángulo, las dimensiones básicas para el cálculo se representan a continuación:

**Ilustración 14: Dimensiones básicas de la placa. Fuente: Elaboración propia.**



$$Y_G = \frac{Y_{G1} * A_1 + Y_{G2} * A_2 + Y_{G3} * A_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$Y_{G1} = \frac{y}{2} = \frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ cm}$$

$$Y_{G2} = Y_{G3} = y + \frac{I}{2} = 1,5 + \frac{10}{2} = 6,5 \text{ cm}$$

$$A_1 = YB = 1,5 * 45 = 67,5 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = A_3 = Y * I = 1,5 * 10 = 15 \text{ cm}^2$$

A partir de estos valores se calcula el valor de  $Y_G$ , obteniendo un valor de 2,519.

El centro de gravedad de este rectángulo será  $G_0$  en función de  $x, y$ . el momento de inercia que se genera con respecto al eje  $x$  en la sección del rectángulo será:

$$I_{xt} = \frac{ax}{3} * \left( (Y_0 + \frac{ay}{2})^3 - (Y_0 - \frac{ay}{2})^3 \right)$$

Al tratarse del eje  $x$ , el momento de inercia valdrá:

$$I_{xG} = I_{xG1} + I_{xG2} + I_{xG3} = I_{xG1} + 2 * I_{xG2}$$

$$\begin{aligned} I_{G1} &= \frac{B}{3} * \left( (Y_G - Y_{G1}) + \frac{y}{2} \right)^3 - (Y_G - Y_{G1}) - \frac{y}{2} \right)^3 \\ &= \frac{45}{3} * \left( (2,519 - 0,75) + \frac{2}{2} \right)^3 - \left( (2,519 - 0,75) - \frac{2}{2} \right)^3 = 224,13 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{G2} = I_{G3} &= \frac{y}{3} * \left( (Y_{G2} - Y_G) + \frac{I}{2} \right)^3 - (Y_{G2} - Y_G) - \frac{I}{2} \right)^3 \\ &= \frac{2}{3} * \left( (6,5 - 2,519) + \frac{10}{2} \right)^3 - \left( (6,5 - 2,519) - \frac{10}{2} \right)^3 = 426,06 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$



De esta manera,  $I_{xG}$  será:

$$I_{xG} = I_{xG1} + I_{xG2} + I_{xG3} = I_{xG1} + 2 * I_{xG2} = 224,13 + 2 * 426,06 = 1076,25 \text{ cm}^4$$

Con estos datos ya se puede deducir el valor de  $W_G$ :

$$W_G = \frac{I_G}{Y_{max}}$$

Dónde  $Y_{max}$  es  $l+Y-Y_G = 10+2-2,519 = 9,48$ ; por lo tanto:

$$W_G = \frac{I_G}{Y_{max}} = \frac{1076,25}{9,48} = 113,53$$

Ahora se realiza la comprobación teniendo en cuenta la tensión admisible del acero:

$$\sigma' = \frac{M'}{W_G} = \frac{59789,06}{113,53} = 526,64 \frac{Kp}{cm^2}$$

Este valor es inferior a la tensión máxima admisible, por lo que es válida y permite un margen de seguridad amplio.

### 3.3.2. UNIÓN DEL TORNILLO.

En primer lugar hay que describir las características de los tornillos que se van a utilizar, en este caso serán, siguiendo la normativa, T30X L, A4t NBE AE-95. A continuación se calcula la longitud que presentará el anclaje:

$$L_{min} = \frac{T'}{n * \pi * \varnothing * \tau_{bd}}$$

Al tratarse de tornillos con la caña lisa se cumple:

$$\tau_{bd} = \frac{1,2}{\gamma_c} * \sqrt{f_{ck}} = \frac{1,2}{1,5} * \sqrt{250} = 12,65 \frac{Kp}{cm^2}$$

A partir de este valor se opera la primera ecuación:

$$L_{min} = \frac{T'}{n * \pi * \varnothing * \tau_{bd}} = \frac{13300}{2\pi * 3 * 12,65} = 55,7 \text{ cm}$$

La longitud es algo excesiva pero se puede llevar a cabo puesto que la zapata de hormigón suele presentar una longitud mayor a 50-60cm.

Ahora se van a establecer las condiciones que deben presentar las dimensiones de la unión:

- La distancia existente entre tornillos, denominada "s", ha de ser 3,5a veces mayor, siendo "a" la medida del agujero. De esta manera, al utilizar dos tornillos cuyo valor de "s" sea 21,85cm se cumplirá que:  $3,5 * a = 10,85$ .
- Ha de cumplirse también que  $s \leq 15 * a$ . considerando "a" como 3,1 tal y como se ha hecho antes se vuelve a cumplir la condición:  $21,85 \leq 46,5$ .

- Se deben cumplir las separaciones calculadas en el cálculo de la placa base, al obtenerse anteriormente se puede afirmar que las distancias se mantienen y es correcto.

Cálculo para verificar la resistencia de la unión:

Siguiendo la normativa será necesario llevar a cabo una serie de cálculos:

En primer lugar habrá que realizar el cálculo por aplastamiento de los tornillos. Debido a que la chapa soportara un cortante máximo por cada tornillo, este será de:

$$V_{max} = 2 * \sigma_e * Aa$$

Siendo:

- $\sigma_e$  el valor del límite elástico que ofrece la chapa.
- Aa el área efectiva.

Teniendo en cuenta esto y que se debe establecer la siguiente condición:  $V'/n \leq V_{max}$ , se procede al cálculo:

$$V' * n * V_{max} = 2 * 2600 * 1,5 * 3,1 = 24180Kp$$

Transformando este valor a 24,18t queda comprobado que  $V'=1,38t$  es menor que el valor obtenido.

Una vez calculado esto habrá que calcular el tornillo. Este elemento estará sometido deberá ser resistente a tracción y cortante, por ello habrá que realizar las siguientes comprobaciones:

**Tracción:** debe cumplirse:

$$T' \leq 0,8 * \sigma_t * A_r$$

Dónde  $\sigma_t$  es la tensión límite de la tornillería elegida, cuyo valor es 2400Kp/cm<sup>2</sup>;  $A_r$  se corresponde con el área que es resistente a tracción, el cual sigue la siguiente ecuación:

$$A_r = n * \pi * \frac{\varnothing^2}{4}$$

A partir de esta ecuación se resuelve:

$$T' = 0,8 * 2400 * 2 * \pi * \frac{3^2}{4} = 27143,5Kp$$

El valor obtenido son 27,143t, este valor es superior que  $T'$ , el cual vale 13,3t, por lo tanto se verifica.

**Tensión:**

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma'^2 + 3\tau'^2} \leq \sigma_t = 2400 \frac{Kp}{cm^2}$$

Dónde:

$$\sigma' = \frac{4T'}{n * \pi * \phi^2} = \frac{4 * 13300}{2\pi * 3^2} = 940,78 \frac{Kp}{cm^2}$$

El cortante medio,  $\tau'$  es:

$$\sigma' = \frac{4V'}{n * \pi * \phi^2} = \frac{4 * 1380}{2\pi * 3^2} = 97,61 \frac{Kp}{cm^2}$$

Una vez calculados, se desarrolla la ecuación inicial:

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma'^2 + 3\tau'^2} = \sqrt{940,78^2 + 97,61^2} = 945,83 \leq \sigma_t = 2400 \frac{Kp}{cm^2}$$

Se obtiene un valor menor, por lo tanto el uso de los tornillos es válido.

### 3.2.3. ZAPATAS.

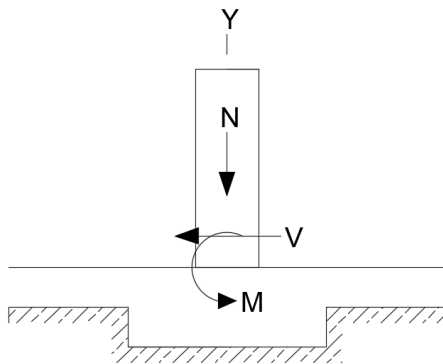
Las zapatas serán de hormigón armado, del tipo HA 25/p/40/IIa, ofreciendo de esta manera "r"=35mm. Los esfuerzos que influirán en la zapata son los expuestos a continuación:

- M=1,14t/m
- N=2,49t/m
- V=0,925t/m

La cimentación se representa en el Plano N° 7: Cimentación.

La representación de una zapata y los esfuerzos que ha de soportar es la siguiente:

**Ilustración 15: Representación de los esfuerzos sobre la zapata. Fuente: Elaboración propia.**



Una de las comprobaciones necesarias para verificar las zapatas es la de hundimiento:

$$\sigma = \frac{N + P}{A} \leq \sigma_{tADM}$$

De acuerdo con la normativa, este valor tendrá que ser menor que la tensión admisible del terreno. Al tratarse de una nave agrícola de dimensiones reducidas se hará la comprobación de la profundidad de zapata igual a 0,5m. Por lo tanto se considera una zapata de dimensiones a x b y altura h, siendo ambos, a y b igual a 1 metro y h igual a 0,5m.

$$P = y * a * b * h = 2,5 * 1 * 1 * 0,5 = 1,25t$$

$$\sigma = \frac{2,49 + 1,25}{0,5} = 7,48 \frac{Kp}{cm^2}$$

Este valor es menor que el máximo recomendado por la legislación, por lo tanto se considera válido.

También habrá que realizar la comprobación a vuelco. Será necesario que se cumpla:

$$(N + P) * \frac{a}{2} \geq p1(M + V * h)$$

Considerando el coeficiente de seguridad, p1, como 1,5 al tratarse de vuelco. De esta manera:

$$(N + P) * \frac{a}{2} = (2,49 + 1,25) * \frac{1}{2} = 1,87$$

$$p1(M + V * h) = 1,5 * (1,14 + 0,925 * 0,5) = 2,4$$

En este caso no se cumple la relación, siendo mayor el segundo resultado. Para ello habrá que adaptar las condiciones, en este caso se debe aumentara el tamaño, en probando con un valor “a”=1,3m.

$$P = y * a * b * h = 2,5 * 1,3 * 1 * 0,5 = 1,625t$$

$$(N + P) * \frac{a}{2} = (2,49 + 1,625) * \frac{1,3}{2} = 2,67$$

Ahora si se cumple la igualdad:  $2,67 \geq 2,4$  por lo que es válido.

Otra comprobación a realizar es la excentricidad:

$$e = \frac{(M + Vh)}{N + P} = \frac{1,14 + 0,925 * 0,25}{2,49 + 1,625} = 0,33m$$

Habrà que verificar:

$$e > \frac{a}{6}$$

En este caso 0,33 es mayor que  $1,3/6$  lo que hace que sea válido.

$$\sigma = \frac{3}{4} * \frac{N + P}{b(a - 2e)} = \frac{3}{4} * \frac{2,49 + 1,625}{1,3 - 2 * 0,33} = \frac{4,82t}{m^2}$$

Este valor es menor a la tensión admisible del terreno aumentada con un coeficiente de seguridad, lo que hace que se pueda llevar a cabo la zapata con las medidas indicadas.

### 3.2.4. ARMADURA.

Será necesario incorporar una armadura en la cimentación, la cual trabaje a tracción y cuyo valor vendrá dado por:

$$U_d \geq \frac{R1d}{0,85d} * (x_1 - 0,25 * a_0)$$

Además, el pilar metálico necesario deberá ser de las siguientes características:

$$U_d \geq \frac{R1d}{0,85d} * \left(x_1 - \frac{X_a}{2}\right)$$

Teniendo en cuenta estas consideraciones se lleva a cabo el desarrollo de la siguiente fórmula:

$$R_{1d} \geq \frac{Nd}{4} * \left(2 + 6 * \frac{e}{a}\right)$$

Considerando un recubrimiento "r" de 5cm, el cual es válido ya que el mínimo se establece en 3,5cm. De esta manera, se empiezan a realizar los cálculos:

$$N_d = \gamma_d * N = 2,5 * 2,49 = 6,225. \quad \text{excentricidad} = \frac{M}{N} = \frac{1,14}{2,49} = 0,45m$$

$$R_{1d} = \frac{N_d}{4} * \left(2 + 6 * \frac{e}{a}\right) = \frac{6,225}{4} * \left(2 + 6 * \frac{0,45}{1,3}\right) = 6,34$$

$$X_1 = \frac{a}{6} * \frac{3a + 12e}{2a + 6e} = \frac{1,3}{6} * \frac{3 * 1,3 + 12 * 0,45}{2 * 1,3 + 6 * 0,45} = 0,38m$$

$$d = h - r = 50 - 5 = 45cm$$

Considerando  $X_a$  como el vuelco de la placa:

$$U_d \geq \frac{R1d}{0,85d} * \left(x_1 - \frac{X_a}{2}\right) = \frac{6,34}{0,85 * 0,45} * \left(0,38 - \frac{0,125}{2}\right) = 5,26t$$

Este valor se multiplica por el valor de la gravedad,  $9,8m/s^2$  y se obtienen 51,548KN. El valor que devuelve la ecuación no es elevado por lo que se probará para armaduras mínimas.

#### Cálculo de la resistencia mínima:

Para ello se aplica:

$$U_d < 0,04 * U_c$$

$$U_c = f_{cd} * b * d = \left(\frac{f_{ck}}{\gamma_c}\right) * b * d$$

Para la resolución se va a aplicar el método del momento tope, el valor de este es:

$$M_{tope} = 0,35 * U_c * d$$

Dónde:

- $U_c$  es el valor de resistencia del hormigón.
- $d$  separación entre la fibra más comprimida y menos de la armadura. El valor de  $d$  se considera  $d=h-r$ .

Con estos datos ya se puede realizar el cálculo:

$$U_c = f_{cd} * b * d = \left(\frac{f_{ck}}{\gamma_c}\right) * b * (h - r) = \frac{175}{1,5} * 100 * 50 - 6 = 7333333,33Kp$$

Este valor equivale a 733,3t. El momento tope será:

$$M_{tope} = 0,35 * U_c * d = 0,35 * 733,3 * 45 = \frac{11549,94Kp}{cm}$$

Este valor equivale a 115,49t/m. el valor de  $M_d$  es mucho más pequeño que el momento tope, por lo tanto no será necesario colocar una armadura de compresión. La armadura a utilizar, de tracción, tiene un valor de  $S_1$  (y), cuya sección se calcula en la dirección de la fachada de la siguiente manera:

$$U_{s1} = U_c * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{s1}}{U_c * d}}\right) = 733,33 * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 280}{733,3 * 45}}\right) = 6,24t$$

Ahora se va a calcular el área que se necesita para la sustentación de  $V_{s1}$ :

$$A_s = \frac{U_{s1}}{f_{yd}}$$

Dónde  $f_{yd}$  es:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

Considerando la utilización de un tipo de acero como el AEH-400, su valor de  $f_y$  es 4100Kp/cm<sup>2</sup>, por lo tanto:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{4100}{1,15} = 3565,22 \frac{Kp}{cm^2}$$

$$A_s = \frac{U_{s1}}{f_{yd}} = \frac{6240}{3565,22} = 1,75 cm^2$$

Es necesario cumplir esta condición:  $U_{s1} \geq 0,04 * U_c = 0,04 * 733,33 = 29,33t$

En este caso no se cumple puesto que el valor de  $U_{s1}$  es 6,24t. para ello habrá que recalcular de nuevo:

$$A_{s1} = \frac{W * b * h}{1000} = \frac{1,8 * 100 * 50}{1000} = 12,6 \text{ cm}^2$$

Este será el valor necesario, para ello la separación entre barras "S" ha de ser:  $S > 20\text{mm}$ ,  $S < 30\text{cm}$  y  $S > \varnothing_{\text{max}}$ , considerado como diámetro máximo de las barras. Por ello, se va a comprobar para un diámetro de barras de 16mm:

$$A = \frac{n * \pi * \varnothing^2}{4} = \frac{n * \pi * 1,6^2}{4} = 12,6 \text{ cm}^2$$

Despejando n se obtiene un número necesario de 4,48 barras, por lo que se escogen 5 barras de 16mm de diámetro. Considerando esto:

$$S = \frac{b - 2r - n\varnothing}{n - 1} = \frac{100 - 2 * 5 - 5 * 1,6}{4} = 20,5\text{cm}.$$

Este valor se acepta para  $S_1$  y considerando una armado de  $7\varnothing 16$  puesto que las condiciones impuestas en cuanto a separación se cumplen. Ahora se llevan a cabo los siguientes cálculos:

$$U_{s1} = U_c * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_d(x)}{U_c * d'}} \right)$$

$$U_c = f_{cd} * a * d'$$

$$d' = d - \varnothing = 44 - 1,6 = 42,4\text{cm}$$

Con esta consideración:

$$f_{cd} = \frac{175}{1,5} = 116,67$$

$$U_c = f_{cd} * a * d' = 116,67 * 170 * 42,4 = 840933,3\text{Kp} \rightarrow 840,93\text{t}$$

$$U_{s1} = U_c * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_d(x)}{U_c * d'}} \right) = 840,93 * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 15,2}{840,93 * 42,4}} \right) = 0,359\text{t}$$

$$A_s = \frac{U_{s1}}{f_{yd}} = \frac{359}{3565,22} = 0,101 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = \frac{wbh}{1000} = \frac{1,8 * 100 * 50}{1000} = 15,3 \text{ cm}^2$$

Se va a realizar la comprobación para el diámetro igual a 16mm:

$$A = \frac{n * \pi * \varnothing^2}{4} = \frac{n * \pi * 1,6^2}{4} = 15,3 \text{ cm}^2$$

Dónde se despeja  $n$  y se obtiene un valor de 7,61 barras, las cuales se redondean al alza tomando por lo tanto 8 barras.

$$S = \frac{b - 2r - n\phi}{n - 1} = \frac{170 - 2 * 6 - 8 * 1,6}{4} = 20,74cm.$$

Este valor se da por válido, por lo tanto la armadura 10Ø16 será viable ya que cumple las siguientes condiciones:

- $S > 20mm$
- $S < 30cm$
- $S >$  diámetro máximo.

#### Colocación de la armadura:

La armadura se dispondrá de manera uniforme pero garantizando las separaciones vistas anteriormente:

- En dirección Y.  $S_1$  constará de 5 barras de 7Ø16, con un valor de  $S=20,5cm$ . Las barras se ubican entre si a una distancia de 20cm, de manera paralela.
- En dirección X.  $S_1$  consta de 8 barras de 10Ø16 de valor  $S=20,74cm$ . Estas son paralelas a la longitud  $b$  de la placa, estando dispuestas según el máximo valor que toma  $c$ ,  $c=b=1m$ .

$$c = a_0 + 2h = 0,12 + 2 * 0,7 = 1,52m$$

Considerando un área de  $2c/a+c$  el resto queda distribuido por los laterales. Otra opción es disponer de una armadura con un área superior al necesitado, siendo considerada esta como área ficticia, y calculada de la siguiente manera:

$$A_{sfic} = \frac{2 * A_s * a}{a + c} = \frac{2 * 15,3 * 1,7}{1,7 * 1,52} = 20,13 cm^2$$

El área obtenido es menor que el inicial, por lo que la distribución es correcta. Se va a realizar de la manera más segura posible, por lo que las armaduras habrán de pasar las pruebas de seguridad, al igual que el hormigón.

#### Comprobación de adherencia:

Es necesario corroborar el cortante generado en  $S_1$  (y):

$$U_{s1} = \frac{\sigma'_{s1} * y_{s1} * (b + l)}{2(\sigma_1 - \sigma_{s1}) * b} = 3,09t$$

$$\tau_b = \frac{\gamma_f * U_{s1}}{n * \pi * \phi * 0,9 * d} = \frac{1,6 * 3590}{5 * \pi * 1,6 * 0,9 * 44} = 5,77 \frac{Kp}{cm^2}$$

$$\tau_{bd} = 0,95 * \left(\frac{150}{1,5}\right)^{\frac{2}{3}} = 28,77 \frac{Kp}{cm^2}$$

De esta manera se comprueba ya que  $\tau_b$  es un valor mucho menor. En el caso de  $S_1$  en el eje X  $\sigma_1$  obtiene un valor de 3,09t/m<sup>2</sup>;  $U_{s1}$  vendrá dado por la ecuación:



$$U_{s1} = \sigma_1 * a * X_{s1} = 3,09 * 1,7 * 0,19 = 0,99$$

Este valor es menor que  $U_{s1}$  del eje Y, por lo tanto es correcto.

#### Comprobación del pinzamiento y cortante:

Se debe comprobar las dimensiones de la zapata:

$$A < 2b \rightarrow 1,7 < 2 * 1$$

Por lo tanto, para un soporte metálico, la sección  $S_2$  coincidirá con  $S_1$ , ambos referidos al eje Y. Para este cálculo se considera el caso general dónde no se necesita colocar una nueva armadura. De esta manera:

$$A_s = b_2 * d_2$$

$$b_2 = b_0 + d = 12 + 44 = 56 \text{ cm}$$

$b_2$  es menor que  $b$ , el cual mide 100cm.

$$d_2 < 1,7 * V_1$$

Entendiendo por  $V_1$  el vuelo medio existente considerando la sección de referencia. En este caso:

$$V_1 = Y_{s1} = 0,61 \text{ m} \quad d = 44 \text{ cm} \quad Y_{s1} = 61 \text{ cm}$$

$$1,5 * V_1 = 1,5 * 61 = 91,5 \text{ cm}$$

$$d_2 < 1,5 * 61 = 91,5 \text{ cm} \quad d_2 = d$$

$$A_2 = b_2 * d_2 = 56 * 44 = 2464 \text{ cm}^2$$

Los cortantes han sido calculados anteriormente:

$$U_{s2} = U_{s1} = 3,09 \text{ t}$$

$$U_{ds2} = \gamma_f * U_{s1} = 1,6 * 3,09 = 4,94 \text{ t.}$$

El valor de la tensión cortante será:

$$\tau = \frac{U_{ds1}(X)}{A2} = \frac{\gamma_c * U_{ds1}(X)}{A2} = 1,9 * \frac{990}{1150,4} = 1,64 \frac{\text{Kp}}{\text{cm}^2}$$

Este valor es menor que  $f_p = 10,5 \text{ kp/cm}^2$  por lo que se acepta como válido.

#### **ATADO DE ZAPATAS.**

Las zapatas se unirán entre sí mediante hormigón armado con el fin de absorber mejor las cargas y esfuerzos. Para ello se realizarán unas zanjas de 0,4m de anchura y 0,5m de profundidad, el material a utilizar será el mismo que el utilizado para el armado de las zapatas.

### **3.4. SOLERA.**

La solera será de hormigón armado HA-25/P/20/IIa y se extenderá por toda la superficie sobre un mallazo electrosoldado de 150x150x5mm. El proceso será el siguiente:

- En primer lugar se eliminara la capa de tierra y vegetales existente en el terreno, dejando el suelo preparado para su hormigonado.
- Tras la limpieza se extenderá una capa de arena de 3cm acompañada de una plancha de polipropileno, con el objetivo de reducir las humedades.
- Se colocará el mallazo por toda la superficie.
- Hormigonado.
- Apertura de juntas de dilatación.

### **3.5. ALBAÑILERÍA.**

#### **3.5.1.CERRAMIENTO LATERAL DE LA NAVE.**

El cerramiento lateral de la nave se realizará con placas alveolares de hormigón prefabricado. Las medidas de estas placas serán las siguientes:

- 5m de longitud.
- 1,20m de anchura.
- 0,16m de grosor.

Estas placas se colocaran entre los pilares que conforman la estructura de la nave. No se va a llevar a cabo su enfoscado ya que el aspecto visual es óptimo para una nave agrícola.

#### **3.5.2.TABIQUES INTERIORES.**

La tabiquería interior de la nave tiene como fin establecer la división entre el almacén de maquinaria y la zona en la que se descargarán los frutos recién cosechados, se pelan y se disponen para su venta.

Se realizará una separación que confiera una superficie de 28m<sup>2</sup> para el almacén del fruto, esta será de dimensiones 4x7m aportando una altura de 3m. Puesto que el almacenamiento del producto recolectado no será muy largo en el tiempo se va a realizar la separación interior de esta zona mediante separadores portátiles de hormigón prefabricado por diversos motivos:

- Cubrir una demanda mayor de espacio para el almacenamiento de frutos en el futuro.
- Optimización del espacio al manejar estos separadores con el tractor, retirándolos en la época que no haya frutos.

Estos separadores serán de hormigón armado, de dimensiones: 3x1x0,15m y 19,27kN/m. Para cubrir con la demanda de espacio requerida se precisa de 4 paneles separadores.

La separación interior de la nave se representa en el Plano N°4 :Distribución en planta.

## **3.6. CARPINTERÍA.**

### **3.6.1. VENTANAS.**

La nave dispondrá de dos ventanas en el lado sur de la nave, coincidiendo con una de las fachadas de mayor longitud. Las ventanas se ubican en la fachada sur ya que será la que mayor iluminación reciba durante el mayor tiempo posible. Las ventanas que se van a instalar, y puesto que no se necesita un gran aislamiento térmico serán unas ventanas de aluminio de forma rectangular. Estas tendrán las siguientes medidas: 1 metro de altura y dos metros de longitud, por lo que favorecerá la iluminación interior durante el día. Con el objetivo de maximizar el aporte de energía luminosa al interior de la nave durante el mayor tiempo posible se van a colocar otras dos ventanas de las mismas características, una en la fachada este y otra en la oeste. Estas ventanas se encuentran a 2m del suelo

La disposición de las ventanas se puede observar en el Plano N°5: Alzados nave.

### **3.6.2. PUERTA.**

Para esta nave se va a disponer de una sola puerta de acceso. Esta puerta tendrá unas dimensiones de 5x4m y será de acero A-37 de 40mm, el cual asegura un buen funcionamiento y resistencia. El funcionamiento de esta vendrá dado por el sistema de puerta corredera, en el que cada hoja se desplazará en paralelo a la fachada, dejando una apertura de 4m. Para facilitar el manejo y el acceso únicamente de personas se instala sobre una de las hojas una puerta de acceso de 2x1m.

La puerta se ubicará en la fachada sur, tal y como se ha expuesto anteriormente, su ubicación se representa en el plano N°:5:Alzados nave.

## **3.7. CUBIERTA.**

La cubierta, como ya se ha mencionado, será a dos aguas y de paneles sándwich. Estos tendrán las siguientes características:

- 30mm de espesor.
- 1m de anchura.
- 5,31m de longitud.
- Pendiente: 20%

Estos paneles irán sujetos a las correas de la cubierta mediante la tornillería. El color elegido es el verde, ya que siguiendo la normativa urbanística del municipio de Sigüenza es necesario realizar las construcciones de manera que se adapten lo máximo en el ambiente.

Cabe destacar que se instalaran planchas de cubierta translucidas, obteniendo de esta manera una mejor iluminación natural de la nave. Estas planchas serán de las mismas dimensiones y se colocaran equidistantes en la cubierta. Esto se representa en el Plano N°10: Cubierta.

## **3.8. SANEAMIENTO.**

En este apartado se establecen las instalaciones necesarias para la evacuación del agua de lluvia.

### **3.8.1. BAJANTES Y CANALONES.**

En el caso de las bajantes, será necesario colocar cuatro, cada una de ellas en las esquinas de la nave. La determinación de éstas se hace en referencia a la norma NTE-ISS, que lo establecen en función de unas características:

- Pluviometría de la zona. En este caso considerado como “zona x”.
- Metros cuadrados de la cubierta. En este caso:  $5,31 \times 15 \times 2 = 159,3 \text{m}^2$
- Superficie de cubierta para cada bajante:  $159,3/4 = 39,82 \text{m}^2$
- Pendiente máxima de la tubería. Puesto que se trata de bajantes, la pendiente será del 100%.

Siguiendo las indicaciones de esta norma y la tabla 1 de la normativa, el diámetro elegido para las bajantes será de 110mm. Las bajantes tendrán una longitud de 4m. Las bajantes tendrán un único diámetro, serán tubos de PVC cuyo interior es liso, haciendo referencia a la norma UNE-53-114.

Los canalones se colocan a lo largo de la nave, uno en cada fachada coincidiendo la longitud de esta con la de los canalones. Los canalones se unen en sus extremos con las bajantes. Para el cálculo de su diámetro se seguirán las normas NTE. De esta manera:

- Pluviometría de la zona. Al igual que antes, “zona x”.
- Metros cuadrados de cubierta que corresponden a cada canalón:  $159,3/2 = 79,65 \text{m}^2$ .
- Pendiente del canalón: se establece en 1,5%.

De esta manera, y tal como se ha hecho antes se obtiene un diámetro mínimo de 150mm. Por lo tanto se colocaran 2 canalones de 150mm de diámetro y de PVC a lo largo de las fachadas norte y sur, desembocando cada uno de estos en las bajantes ubicadas en las esquinas. La longitud de los canalones será de 15m.

### **3.9. ILUMINACIÓN DE LA NAVE.**

La iluminación de esta nave, contemplando el uso futuro, no es de gran importancia y no requiere de una iluminación precisa para el desarrollo de la actividad. Únicamente es necesario para el trasiego de maquinaria al principio o final de la jornada de trabajo. Por ello se dispondrán de varios puntos de iluminación y de dos enchufes. La electricidad que alimente al circuito eléctrico vendrá de unas placas solares que se instalaran en la cubierta de la nave.

El cálculo de las luminarias necesarias, así como su disposición se realizará por el método del flujo. Además, la disposición de estas y sus circuitos se representa en el Plano N°11: Instalación eléctrica de la nave.

#### **3.9.1. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIO.**

Para el uso previsto, y teniendo en cuenta la ilustración 16 se va a considerar una iluminancia media de 120 lux, correspondiente a “almacenes en general. La distribución adecuada de la iluminación vendrá dada por:

$$\frac{E_{min}}{E_m} > 0,5$$

Dónde Emin es el nivel de iluminación mínimo y Em es el nivel de iluminación medio.

**Ilustración 16: Luminancia recomendada para diferentes actividades. Fuente: Electrificación e instalaciones. Correa Guimaraes Adriana.**

| Clase de recinto y actividad                            | Iluminancia<br>(lux) |
|---------------------------------------------------------|----------------------|
| Rediles                                                 | 15                   |
| Cuadras, zonas de forraje, cochiqueras y conejeras      | 50                   |
| Cámaras frigoríficas: mínimo para alumbrado general     | 50                   |
| Recintos para la preparación de piensos                 | 100                  |
| Bodegas                                                 | 100                  |
| Muelles de embarque y desembarque en industrias         | 100                  |
| Alumbrado general interior en silos                     | 100                  |
| Zona de ordeño en establos                              | 120                  |
| Almacenes en general                                    | 120                  |
| Vestuarios y lavabos                                    | 120                  |
| Reparación de maquinaria                                | 150                  |
| Operaciones de ensacado                                 | 200                  |
| Salas de máquinas de cámaras frigoríficas               | 200                  |
| Embalaje y expedición en general                        | 250                  |
| Limpieza y llenado de botellas en bodegas               | 300                  |
| Lecherías: lavado de cántaros, tratamiento, embotellado | 300                  |
| Mataderos industriales: matanza, aderezado, raspado     | 300                  |
| Industria de conservas: llenado y cerrado de latas      | 500                  |
| Oficinas en general                                     | 600                  |
| Operaciones de clasificación                            | 750                  |
| Operaciones de control y comprobación de colores        | 1000                 |

### 3.9.2. DISTRIBUCIÓN Y ELECCIÓN DE LAS LUMINARIAS.

Puesto que la altura máxima de la nave es de 5,8m y no se precisa gran calidad de alumbrado se van a utilizar luminarias semi-extensivas o dispersoras.

Puesto que se dispone de una fuente de generación eléctrica renovable se va a optar por tecnología LED por diferentes motivos:

- Ahorro de energía.
- Mayor durabilidad.
- Menor mantenimiento.

De esta manera se opta por la instalación de proyectores LED de las siguientes características:

- Potencia: 100W.
- Voltaje: 230V.
- Luminosidad: 9000LM.
- Ángulo de iluminación: 120°.
- Estanco IP-65. Pese a que el ambiente no será especialmente pulverulento es una manera de garantizar el buen funcionamiento.
- Rendimiento:  $\eta_L=0,9$ .

Al tratarse de una nave agrícola se va a considerar como un local sucio a la hora de realizar los cálculos, por lo tanto, se toma como factor de mantenimiento  $f_m=0,6$ .

Las luminarias se colocaran sobre las paredes laterales a una altura de 4m, coincidiendo con la altura máxima de estas. Considerando el plano de trabajo como 1m las alturas son las siguientes:

- H= 4m.

- h= distancia entre el plano de trabajo y las luminarias.  $h=4-1=3m$ .
- h´= distancia entre el plano de trabajo y el techo.  $h´= 5,8-1= 4,8m$ .

La altura recomendada es  $h=3/4h´$ , por lo que se realiza la comprobación:

$$h = \frac{3}{4}h' = \frac{3}{4} * 4,8 = 3,6m$$

La relación no se cumple, sin embargo al ser h un valor menor al obtenido es aceptable.

### 3.9.3.DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL LOCAL.

Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$

Dónde a y b son las dimensiones de la nave y h la distancia entre el plano de trabajo y las luminarias. De esta manera:

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)} = \frac{10 * 15}{3 * (10 + 15)} = 2$$

Ahora se determinan las reflectancias del local, concretamente del suelo, paredes y techo. Para ello se utiliza la tabla que se muestra a continuación.

**Ilustración 17: Superficies reflectantes. Fuente: Electrificación e instalaciones. Correa Guimaraes Adriana.**

| Superficies reflectantes | Reflectancias |
|--------------------------|---------------|
| Techo de color blanco    | 0,8           |
| Techo de color claro     | 0,5           |
| Techo de color medio     | 0,3           |
| Paredes de color blanco  | 0,8           |
| Paredes de color medio   | 0,5           |
| Paredes de color oscuro  | 0,3           |
| Suelo de color medio     | 0,3           |
| Suelo de color oscuro    | 0,1           |

Mediante esta tabla se obtiene:

- $\rho_1$  por el techo de color blanco: 0,8.
- $\rho_2$  por las paredes de color medio: 0,5.
- $\rho_3$  por el suelo de color medio: 0,1.

Conociendo el valor de K, el tipo de luminaria y las reflectancias anteriores, se utiliza la siguiente tabla para obtener el valor del rendimiento del local ( $\eta_r$ ).

**Ilustración 18: Rendimiento del local. Fuente: Electrificación e instalaciones. Correa Guimaraes Adriana.**

| Tabla de valores del rendimiento local ( $\eta_p$ ) |   | Reflectancias de techos ( $\rho_1$ ), paredes ( $\rho_2$ ) y suelos ( $\rho_3$ ) |                                                    |                                                    |                                                    |                                                    |
|-----------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Tipo de luminaria                                   | K | $\rho_1 = 0,8$<br>$\rho_2 = 0,8$<br>$\rho_3 = 0,3$                               | $\rho_1 = 0,8$<br>$\rho_2 = 0,5$<br>$\rho_3 = 0,3$ | $\rho_1 = 0,5$<br>$\rho_2 = 0,5$<br>$\rho_3 = 0,3$ | $\rho_1 = 0,5$<br>$\rho_2 = 0,5$<br>$\rho_3 = 0,1$ | $\rho_1 = 0,3$<br>$\rho_2 = 0,3$<br>$\rho_3 = 0,1$ |
| Intensiva                                           | 1 | 0,94                                                                             | 0,69                                               | 0,67                                               | 0,65                                               | 0,59                                               |
|                                                     | 2 | 1,11                                                                             | 0,91                                               | 0,87                                               | 0,84                                               | 0,78                                               |
|                                                     | 3 | 1,18                                                                             | 1,02                                               | 0,96                                               | 0,91                                               | 0,86                                               |
|                                                     | 4 | 1,21                                                                             | 1,09                                               | 1,02                                               | 0,95                                               | 0,90                                               |
| Semi-intensiva                                      | 1 | 0,82                                                                             | 0,55                                               | 0,52                                               | 0,51                                               | 0,45                                               |
|                                                     | 2 | 1,02                                                                             | 0,79                                               | 0,75                                               | 0,72                                               | 0,64                                               |
|                                                     | 3 | 1,13                                                                             | 0,93                                               | 0,86                                               | 0,81                                               | 0,75                                               |
|                                                     | 4 | 1,17                                                                             | 1,01                                               | 0,94                                               | 0,88                                               | 0,81                                               |
| Dispersora                                          | 1 | 0,71                                                                             | 0,41                                               | 0,38                                               | 0,37                                               | 0,29                                               |
|                                                     | 2 | 0,91                                                                             | 0,64                                               | 0,57                                               | 0,55                                               | 0,45                                               |
|                                                     | 3 | 0,99                                                                             | 0,77                                               | 0,67                                               | 0,63                                               | 0,52                                               |
|                                                     | 4 | 1,04                                                                             | 0,85                                               | 0,72                                               | 0,67                                               | 0,57                                               |
| Extensiva                                           | 1 | 0,66                                                                             | 0,37                                               | 0,32                                               | 0,32                                               | 0,23                                               |
|                                                     | 2 | 0,87                                                                             | 0,60                                               | 0,51                                               | 0,49                                               | 0,37                                               |
|                                                     | 3 | 0,96                                                                             | 0,74                                               | 0,60                                               | 0,57                                               | 0,46                                               |
|                                                     | 4 | 1,01                                                                             | 0,82                                               | 0,66                                               | 0,62                                               | 0,51                                               |
| Hiper-extensiva                                     | 1 | 0,65                                                                             | 0,36                                               | 0,31                                               | 0,30                                               | 0,21                                               |
|                                                     | 2 | 0,85                                                                             | 0,58                                               | 0,47                                               | 0,46                                               | 0,33                                               |
|                                                     | 3 | 0,94                                                                             | 0,71                                               | 0,57                                               | 0,53                                               | 0,41                                               |
|                                                     | 4 | 0,99                                                                             | 0,79                                               | 0,63                                               | 0,58                                               | 0,46                                               |

Considerando el segundo caso de reflectancias, ya que es el más similar y con el valor de K=2 obtenido para las luminarias dispersoras se obtiene un valor de rendimiento del local  $\eta_r=0,64$ .

### 3.9.4. NÚMERO DE LUMINARIAS Y DISPOSICIÓN.

En primer lugar hay que calcular el flujo luminoso a emitir ( $F_t$ ):

$$F_t = \frac{Em * S}{\eta_L * \eta_R * f_m}$$

Con los datos obtenidos anteriormente se opera y se obtiene:

$$F_t = \frac{120 * 15 * 10}{0,9 * 0,64 * 0,6} = 52083,33Lm$$

A partir de este valor se calcula el número de luminarias:

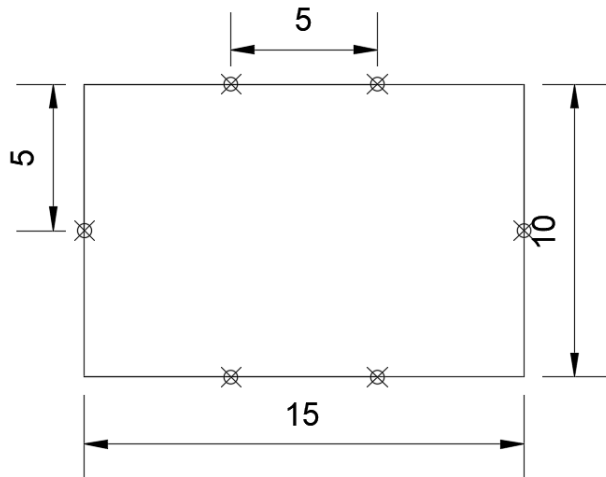
$$N_L = \frac{F_t}{F_l * N_l}$$

Dónde  $N_{l/L}$  es el número de lámparas de cada luminaria, en este caso 1, y  $F_l$  es el flujo luminoso de cada lámpara, en este caso 9000Lm.

$$N_L = \frac{52083,33}{9000} = 5,7 \approx 6 \text{ luminarias}$$

Al tratarse de 6 luminarias la disposición será la siguiente: se colocaran una luminaria en cada una de las fachadas este y oeste; y dos luminarias en cada fachada norte y sur. El esquema de distribución de las luminarias es el siguiente:

**Ilustración 19: Disposición de las luminarias en la nave. Fuente: Elaboración propia.**



### 3.9.5. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR.

La potencia requerida por los 6 puntos de iluminación será:  $6 \times 100 = 600W$ . Al tratarse de una potencia teórica se le va aplicar un factor de sobredimensionado del 80%:

$$600 * 1,8 = 1080W$$

Además, se va a realizar la instalación de dos enchufes, la potencia máxima requerido por estos es de 1500W, por lo tanto la potencia total (ST) será:

$$1500 + 1080 = 2580W$$

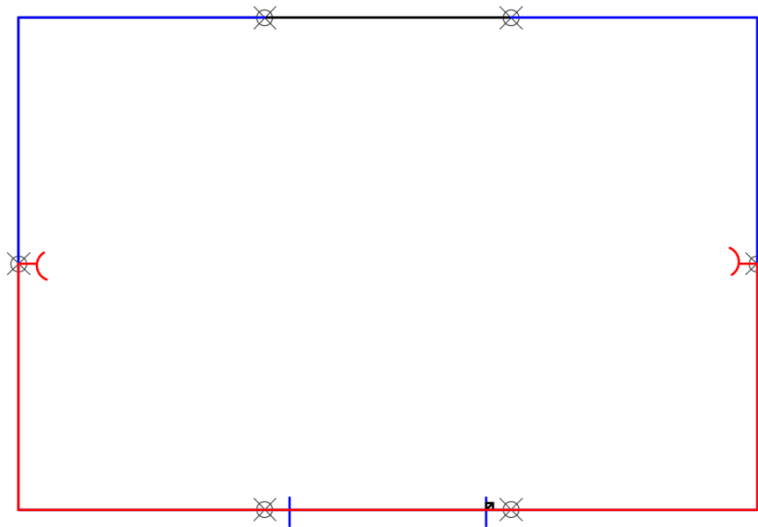
$$P = ST * \cos \varphi = 2580 * 0,8 = 2064W.$$

La instalación eléctrica será monofásica ya que no se requiere de ningún equipo trifásico. A continuación se llevan a cabo los cálculos para la obtención de la sección de los conductores:

En primer lugar se representan tanto los circuitos de las luminarias como los de los enchufes. En total hay cuatro circuitos:



**Ilustración 20: Esquema de la disposición de luminarias y enchufes en la nave. Fuente: Elaboración propia.**



- Circuito de luminarias 1: comprende las 3 luminarias de la mitad este de la nave. Su longitud es:  $20,36 + (4-1,5)=22,86\text{m}$ .
- Circuito de luminarias 2: Alimenta las luminarias restantes. Su longitud es:  $24,64 + (4-1,5)= 27,14\text{m}$ .
- Circuito enchufe 1: Para el enchufe ubicado en la zona este de la nave. Su longitud es:  $10,35 + (4-1,5)+(4-1,5)=15,35\text{m}$
- Circuito enchufe 2: Para el otro enchufe, con una longitud de :  $14,64 + (4-1,5)+(4-1,5)= 19,64\text{m}$ .

Cabe destacar que en el caso de las luminarias se realiza la operación “4-1,5” puesto que el cableado ha de subir desde el cuadro, con una altura de 1,5m hasta los 4m de la pared. En el caso de los enchufes el recorrido a seguir es elevarse desde el cuadro hasta 4m para posteriormente una vez en su ubicación descender de nuevo hasta los 1,5m.

En primer lugar, y siguiendo la Norma UNE20460-5-523:2004, se va a realizar una instalación del tipo B2: Cable multiconductor en un conducto sobre pared.

A partir de esto se pasa a calcular el cableado necesario para cada uno de los circuitos:

#### Circuito de luminarias:

Dado que las longitudes son muy similares se calculara para el de mayor metros, utilizando posteriormente el mismo para el otro circuito.

En primer lugar se calcula la intensidad real:

$$I_{REAL} = \frac{P * \cos \varphi}{u \cos \varphi}$$

Donde P es la potencia de las lámparas, u es la tensión y  $\cos\phi$  se toma como 0,8.

$$I_{REAL} = \frac{100 * 3 * 0,8}{230 * 0,8} = 1,3A$$

La intensidad de diseño vendrá dada por un coeficiente de corrección:

$$I_{DISEÑO} = \frac{I_{REAL}}{\text{Coeficiente de corrección}}$$

El coeficiente de corrección viene dado por las tablas 4.2 y 4.3 de la Norma UNE 20460-5-523:2004. Según este documento, considerando una temperatura de 40°C y que circulan paralelamente dos circuitos, el coeficiente de corrección es: 1x1. Por lo tanto:

$$I_{DISEÑO} = I_{REAL} = 1,3A.$$

Con esta intensidad, y tomando como referencia la tabla 4.1 se escogerá un conductor de PVC de 1,5mm<sup>2</sup>, el cual garantiza una tensión admisible de 13,5A. Una vez obtenido este valor se calculara si cumple con la condición que impone el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), por el cual la máxima caída de tensión para alumbrado es del 3%:

$$e = \frac{2PL}{\gamma_{70} * s * u} =$$

Dónde:

- e es la caída de tensión.
- P es la potencia.
- L es la longitud.
- $\gamma_{70}$  es la conductividad del cobre a 70°C.
- s es la sección de los conductores.
- u es la tensión.

De esta manera, y con los datos obtenidos se resuelve y obtiene el valor de la caída de tensión:

$$e = \frac{3 * 100 * 27,14}{47,6 * 1,5 * 230} = 0,99V$$

Este valor se corresponde con un 0,43% de caída de tensión, por lo que es válido. El cable que se va a utilizar será de aislamiento de PVC y 1,5mm<sup>2</sup> de sección: **H07V-R2x1x1,5mm<sup>2</sup>**. Siguiendo las Instrucciones Técnicas del REBT, al tratarse de un ambiente pulverulento y sucio, se toma el mismo cable de sección **2,5mm<sup>2</sup>**.

#### Circuito de enchufes:

No se dispone de la información necesaria de uso de las tomas de corriente, por lo tanto se va a suponer que el equipo más grande a conectar tenga una potencia de 1500W, como puede tratarse de un compresor, un taladro o una amoladora de

grandes dimensiones. A partir de estos datos y considerando un  $\cos\varphi=0,8$  se opera para el circuito de mayor longitud.

En primer lugar se calcula la intensidad real:

$$I_{REAL} = \frac{P * \cos \varphi}{u \cos \varphi}$$

Donde P es la potencia de los equipos, u es la tensión y  $\cos\varphi$  se toma como 0,8.

$$I_{REAL} = \frac{1500 * 3 * 0,8}{230 * 0,8} = 19,56A$$

La intensidad de diseño vendrá dada por un coeficiente de corrección:

$$I_{DISEÑO} = \frac{I_{REAL}}{\text{Coeficiente de corrección}}$$

El coeficiente de corrección viene dado por las tablas 4.2 y 4.3 de la Norma UNE 20460-5-523:2004. Según este documento, considerando una temperatura de 40°C y que circulan paralelamente dos circuitos, el coeficiente de corrección es: 1x1. Por lo tanto:

$$I_{DISEÑO} = I_{REAL} = 19,56A.$$

Con este valor, y considerando de nuevo el tipo de instalación B2 y un aislamiento de PVC, la tabla 4.1 de la norma UNE recomienda el uso de una sección de 4mm<sup>2</sup>.

A continuación se verifica la caída de tensión para esta sección:

$$e = \frac{2PL}{Y_{70} * s * u} =$$

Dónde:

- e es la caída de tensión.
- P es la potencia.
- L es la longitud.
- $Y_{70}$  es la conductividad del cobre a 70°C.
- s es la sección de los conductores.
- u es la tensión.

De esta manera, y con los datos obtenidos se resuelve y obtiene el valor de la caída de tensión:

$$e = \frac{1500 * 19,64}{47,6 * 4 * 230} = 0,67V$$

Este valor se corresponde con un 0,3% de caída de tensión, por lo que esta sección será válida. El cable a utilizar para los dos circuitos de enchufes es el siguiente: **H07V-R2x1x4mm<sup>2</sup>**.

## ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.

La energía eléctrica vendrá de unos acumuladores alimentados mediante placas solares, que se van a instalar en la cubierta, este aspecto se aborda en otro apartado. Sin embargo, la instalación contará con:

- Cuadro general de protección ubicado en el margen derecho de la apertura central de la nave.
- Dispositivos de mando y protección de la instalación: mandos y automáticos con función de seguridad.
- Componentes de alumbrado y tomas de corriente.
- Cajas de registro.

De los equipos de protección y mando de la instalación cabe destacar:

- Interruptor general automático. Se considera la intensidad de diseño como la máxima de la totalidad de los circuitos, en este caso 19,56A. para la elección del interruptor general habrá que tener en cuenta también la intensidad máxima admisible del cable, 24A. En este caso el interruptor general automático ha de comprender un rango de intensidades entre 19,6 y 24A. con estas premisas, se instalará un interruptor general automático de dos polos y de intensidad nominal 20<sup>a</sup>.
- Interruptor de control de potencia. Con una intensidad de diseño de 20A.
- Interruptor diferencial. Para este dispositivo se toma igualmente el mismo rango de intensidades. Las características serán las siguientes: dos polos, intensidad 20A y sensibilidad 30mA.
- Interruptor diferencial. Para la derivación hacia los circuitos de luminarias el rango de intensidad será 1,3-18,5A. Por lo tanto se utilizará un interruptor diferencial de dos polos, de 3A de intensidad y sensibilidad 30mA.
- Interruptores de mando para el manejo de los circuitos de luminarias, de 10A.

### **Cálculo de la intensidad de cortocircuito:**

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se sigue la metodología propuesta por la GUÍA-BT-ANEXO 3, calculándola a partir de la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{0,8U}{R}$$

Dónde:

- U es la tensión de alimentación, en este caso 230V.
- R es la resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

El valor de R tendrá en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la Caja General de Protección y el punto considerado, en este en la ubicación de los dispositivos de mando y protección.

Considerando una distancia de 10m, y una resistividad del cobre a 20°C de  $\rho = 0,018\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ . operando mediante la longitud considerada de 10m y la sección del conductor de  $2,5\text{mm}^2$  se obtiene una resistencia, R, de  $0,072\Omega$ .

De esta manera:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * 230}{0,072} = 2555,55 A$$

### **3.9.6. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.**

La instalación de puesta a tierra se establece en la instalación eléctrica de la nave con el objetivo de limitar la tensión que, con respecto a tierra pueda darse en algún momento concreto sobre las superficies metálicas, asegurando de esta manera el buen funcionamiento de las protecciones y eliminando o disminuyendo el riesgo de avería.

La puesta a tierra es la unión directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. Mediante la instalación de la puesta a tierra se conseguirá que en el conjunto de la instalación no aparezcan diferencias de potencial, permitiendo el paso a tierra de estas corrientes.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra ha de ser tal que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra siga las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones técnicas aplicables a la instalación.
- Corrientes de defecto a tierra y corrientes de fuga circulen libremente y sin peligro desde el punto de vista térmico, mecánico y eléctrico.
- La solidez o la protección quede asegurada con independencia de las condiciones externas.
- Contemple los riesgos de electrolisis que puedan afectar a otras partes metálicas.

Los electrodos a colocar sobre el terreno pueden estar formados por diferentes materiales:

- Barras o tubos.
- Pletinas o conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterradas, con excepción de las armaduras pretensadas.
- Otras estructuras enterradas que se demuestren apropiadas.

Los conductores de cobre que pueden utilizarse como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica marcada por la clase 2 de la norma UNE 21.022.

En cuanto al tipo y la profundidad de enterrado vendrá marcado por las condiciones climáticas del lugar, concretamente por la humedad del suelo y las heladas principalmente. Ello hará que la resistencia de la toma de tierra tome valores por encima de lo previsto, por ello se recomienda una profundidad mínima de 0,5m.

En este caso, y al tratarse de una zona con fuertes heladas invernales, se optará por una profundidad de 0,8m, ya que es la recomendada por la Instrucción Técnicas para este tipo de zonas.

Los materiales a utilizar han de ser tales que no afecten a la resistencia mecánica y eléctrica por efectos de corrosión, comprometiendo de esta manera la instalación.

### **Electrodo:**

Al tratarse de un caso aislado y no contemplado en ninguna Instrucción Técnica, se va a ubicar la pica de toma de tierra directamente sobre el terreno en las proximidades del cuadro general de protección. Al optar por una pica cilíndrica de acero-cobre habrá que considerar estas normas de aplicación:

- Norma UNE 21056.
- Norma UNE 202006.

Además, según lo marcado por la Instrucción Técnica ITC-BT-18, las dimensiones mínimas para las picas de toma de tierra en forma de barras son las siguientes:

- $\varnothing \geq 14,2$  mm (acero-cobre 250 $\mu$ ).
- $\varnothing \geq 20$  mm (acero galvanizado 78 $\mu$ ).

En este caso se optará por una pica de acero o cobre de 20mm de diámetro.

### **Conductor de tierra:**

Los conductores de tierra unen eléctricamente las masas de una instalación a unos elementos concretos, con el objetivo de asegurar la protección frente a contactos indirectos y no deseados.

La sección de estos conductores obtenida anteriormente es de 2,5mm<sup>2</sup> y 4mm<sup>2</sup> para los circuitos de luminarias y los de tomas de corriente respectivamente. Según estos valores y siguiendo la tabla de relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase de la Instrucción Técnica IT-BT-18, la sección para los conductores de protección será:

$$S \leq 16 \quad S_p = S$$

Dónde S es la sección de los conductores de fase, y S<sub>p</sub> es la sección de los conductores de protección. Por lo tanto la sección de los conductores de protección ha de ser 4mm<sup>2</sup> para los circuitos de las tomas de corriente y de 2,5mm<sup>2</sup> para los circuitos de iluminación. Siendo de 4mm<sup>2</sup> para la conexión entre el cuadro general de protección y la pica de toma de tierra.

En este caso se van a utilizar conductores de protección en los cables multiconductores para de esta manera facilitar tanto la instalación como evitar tener un entramado de cables que dificulte las labores de operación y mantenimiento.

### **Resistencia de la toma de tierra:**

El electrodo se va a diseñar de manera que su resistencia a tierra no sea superior al valor especificado para ella. La resistencia del electrodo viene dada por sus dimensiones, forma y resistividad del terreno; variando esta última entre diferentes puntos del terreno y en profundidad.

A partir de la IT-BT-18 y considerando un valor medio de la resistividad para terrenos cultivables y fértiles de 50 Ohm\*m, la resistencia de tierra para una pica vertical será:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Dónde  $\rho$  es la resistividad del terreno y L la longitud de la pica tomada como 1m, se obtiene:

$$R = \frac{50}{1} = 50 \text{ Ohm}$$

Por lo tanto, se instalará una pica vertical de 20mm de diámetro y 1 metro de longitud, en el interior de una zanja de 0,8m de profundidad.

## **3.9.7. CUADRO RESUMEN DE LA INSTALACIÓN.**

**Tabla 7: Resumen de la instalación eléctrica. Fuente: Elaboración propia.**

| Circuito | P (W) | I (A) | V (V) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | Tipo de cable                |
|----------|-------|-------|-------|----------------------------|------------------------------|
| CL1      | 300   | 1,3   | 230   | 2,5                        | H07V-R2x1x2,5mm <sup>2</sup> |
| CL2      | 300   | 1,3   | 230   | 2,5                        | H07V-R2x1x2,5mm <sup>2</sup> |
| CTC1     | 1500  | 6,5   | 230   | 4                          | H07V-R2x1x4mm <sup>2</sup>   |
| CTC2     | 1500  | 6,5   | 230   | 4                          | H07V-R2x1x4mm <sup>2</sup>   |
| PT       |       |       |       | 2,5<br>4                   |                              |

Dónde:

- CL1: Circuito de luminarias 1.
- CL2: Circuito de luminarias 2.
- CTC1: Circuito de toma de corriente 1.
- CTC2: Circuito de toma de corriente 2.
- PT: Puesta a tierra.

## **3.10. FONTANERÍA.**

En el interior de la nave no es necesario realizar una instalación de agua puesto que no habrá necesidades. Únicamente se va a disponer de un depósito de agua y un grifo

para abastecer demandas puntuales. Las demandas de agua serán cubiertas en la caseta de riego, donde se dispone de la fuente de aporte de agua.

#### 4. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Para cubrir la demanda de iluminación y de posibles usos de pequeños equipos eléctricos se instalarán una serie de placas solares. Para su dimensionamiento se realizan las siguientes operaciones:

En primer lugar se hace un cálculo de la potencia necesaria, la cual es resultado de la suma de las potencias de iluminación y la estimada para las tomas de corriente.

$$Potencia\ necesaria = 6 * 100 + 1500 = 2100W.$$

Los paneles policristalinos que se van a utilizar tienen las siguientes características:

- Potencia: 200W.
- Tensión: 12V.
- Intensidad de cortocircuito: 11,86A.

Para cubrir la demanda completamente serían necesarios 11 paneles, sin embargo, y puesto que la utilización de la instalación será puntual y nunca con todos los equipos a la vez, se va a dimensionar la instalación sobre 1000W, con los cuales quedaría cubierta la demanda de iluminación y de una pequeña herramienta simultáneamente o de una herramienta de mayor consumo.

Por lo tanto se van a instalar 5 paneles en serie los cuales alimentarán a un acumulador. Al conectarse en serie:

- $P = 5 \times 200 = 1000W.$
- $V = 5 \times 12 = 60V.$
- $I = 11,86A.$

Será necesario la colocación de un inversor-regulador cargador para la conversión en corriente alterna y el almacenamiento de la energía en los acumuladores. El inversor elegido será un equipo compacto que incluye el regulador cargador, de esta manera se facilita el manejo y se disminuyen los puntos de pérdida de eficiencia. El equipo a utilizar será un inversor regulador cargador de las siguientes características:

- Potencia pico 1600W.
- Voltaje de trabajo 12V.
- Onda senoidal pura.
- Potencia de salida 1000W.
- Eficiencia del 90%.

Una vez conocidos los datos del inversor, habrá que calcular las necesidades de acumulación considerando un almacenamiento para 2 días:

$$A = \eta_{inv} * \eta_{rb} * C * \frac{D_{max}}{I_d}$$

Dónde:



- A es la autonomía, la cual se toma como 2 días.
- $\eta_{inv}$  es el rendimiento del inversor, en este caso un 90%.
- $H_{rb}$  es el rendimiento del regulador y el acumulador. Se considera la del acumulador como un 80% y la del regulador (inversor) un 90%, por lo tanto se toma un 85%.
- C es la capacidad del acumulador.
- $D_{max}$  es la descarga máxima, considerada como un 70%.
- $I_d$  es  $E_d/V_n$ . Dónde  $E_d$  es la cantidad de corriente demandada en Ah y  $V_n$  el voltaje.  $E_d$  será:  $P=VI \rightarrow I=16,6A \times 24h=398,4Ah$ .

A partir de estos valores se calcula la capacidad del acumulador:

$$2 = 0,9 * 0,85 * C * \frac{0,7}{\frac{398,4}{12}} \rightarrow C = 123,99Ah \approx 124Ah.$$

A partir de este valor se escogerá un acumulador. En este caso se va a optar por la instalación de dos baterías monobloc 12V de 86Ah cada una. Se toman dos baterías de menor potencia en lugar de una de mayor dado que así se corre el riesgo de que en caso de avería la instalación quede sin suministro.

El cable que conducirá dicha energía será de las mismas características que los anteriores, con un aislamiento de PVC y una misma instalación, variando únicamente la sección en función de la intensidad. La intensidad viene dada por el fabricante y por el tipo de instalación, siendo en este caso 11,86A. Tomando como referencia la tabla 4.1 de la norma UNE 20460-5-53.3:2004, la sección recomendada será de 1,5mm<sup>2</sup>. Por motivos de seguridad, y para disminuir las pérdidas por caída de tensión se tomará una sección de 2,5mm<sup>2</sup>. Por lo tanto el cable utilizado será: **H07V-R2x1x2,5mm<sup>2</sup>**.

## 5. CONSTRUCCIÓN DE LA CASETA DE RIEGO.

En la caseta de riego se ubicará la sala de productos fitosanitarios y el equipo de riego, compuesto por los tanques de abono y el inyector de este; además también se encontrarán los elementos de la instalación fotovoltaica que abastece a la bomba.

En este caso no se lleva a cabo un estudio exhaustivo de la estructura puesto que va a ser una construcción menor. Las dimensiones de la caseta serán 5x10m y con una altura de 2,5m y una cubierta a dos aguas de pendiente 24,7%. La caseta se construirá a partir de bloques de hormigón prefabricados, de unas dimensiones de 40x20x20cm, los cuales posteriormente se recubrirán de una capa de mortero por su parte interior y exterior. Estos bloques se asentarán sobre una solera de hormigón de las mismas dimensiones que la caseta, y de un grosor de 15cm. El material de la cubierta será el mismo que el utilizado para la nave. La estructura metálica constará de unos perfiles IPE-80 de acero soldados; incluyendo además unas tirantillas de 16mm soldados a los perfiles anteriores. La distribución interior de la caseta se representa en el plano N°4: Distribución en planta y los alzados en el plano N°6: Alzados caseta de riego.

En cuanto a la zona de fitosanitarios, siguiendo el Real Decreto 1311/2012, tendrá las siguientes características:

- Será un cuarto específico, separado de los demás por una pared de ladrillo de 24,5x12x7cm.
- Dispondrá de una puerta de 0.93x2m equipada con cerradura.
- Tendrá ventilación, dada por una rejilla.
- Existirá un desagüe para la recogida de posibles vertidos.
- Dispondrá de un contenedor plástico para los envases.

El acceso a la caseta se realizará por una puerta de dos hojas de acero A-37 de 2,5x2m de 40mm de espesor. Además, se colocarán cuatro ventanas de aluminio de 1x1m para favorecer la iluminación interior, dos de ellas en la fachada que alberga la puerta, otra en la zona de fitosanitarios y la última en la fachada que da al sondeo; estas irán colocadas a 1m del suelo. Para el saneamiento se escogerán los mismos materiales utilizados para la nave.

En su interior constará de una toma de agua para múltiples usos, proveniente del pozo, principalmente para la preparación de la defensa fitosanitaria.

## 6. VALLADO PERIMETRAL.

Tal y como se representa el contorno de la parcela en los diferentes planos, se va a realizar el vallado perimetral de la parcela con diferentes objetivos:

- Evitar o minimizar los daños por fauna salvaje.
- Delimitar la propiedad.
- Eliminar la entrada a la explotación de personas ajenas.

El vallado se hará de acorde a la legislación urbanística municipal, de esta manera se empleará una malla cinegética de 1,5m de altura, sostenida sobre postes de acero galvanizado colocados cada 3m. Además, siguiendo la normativa, se va a respetar una distancia de 5m con cada uno de los linderos y caminos.

Para el acceso se colocará una puerta de 4m, lo suficientemente grande para el paso de los vehículos de la explotación y vehículos ajenos tales como camiones.

## 7. CRONOGRAMA.

Tabla 8: Cronograma de la construcción de la nave. Fuente: Elaboración propia.

| OPERACIÓN           | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NIVELACIÓN          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| CIMENTACIÓN         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ESTRUCTURA          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| CERRAMIENTO LATERAL |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| CUBIERTA            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| INSTALACIÓN         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| DE SANEAMIENTO           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ALBAÑILERÍA INTERIOR     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| CARPINTERÍA              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| INSTALACIÓN ELÉCTRICA    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Tabla 9: Cronograma de la construcción de la caseta de riego. Fuente: Elaboración propia.**

| OPERACIÓN                  | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NIVELACIÓN                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| CIMENTACIÓN                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| COLOCACIÓN DE BLOQUES      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| CUBIERTA                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ALBAÑILERÍA INTERIOR       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| CARPINTERÍA                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

## **ANEJO XVI: ESTUDIO DE VIABILIDAD**

## ÍNDICE

|                                                |   |
|------------------------------------------------|---|
| 1. VIABILIDAD LEGAL.....                       | 3 |
| 2. VIABILIDAD TÉCNICA.....                     | 4 |
| 2.1. CLIMATOLOGÍA.....                         | 4 |
| 2.2. SUELO.....                                | 5 |
| 2.3. RIEGO Y DEFENSA FITOSANITARIA.....        | 6 |
| 2.4. CONSTRUCCIONES.....                       | 6 |
| 2.5. PLANTACIÓN.....                           | 6 |
| 3. VIABILIDAD ECONÓMICA.....                   | 8 |
| 3.1. ESTUDIO DEL MERCADO.....                  | 8 |
| 3.2. ESTUDIO DE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA..... | 9 |

## **1. VIABILIDAD LEGAL.**

El presente proyecto es acorde en su totalidad con la normativa vigente. Se podrían distinguir dos grandes grupos, la normativa que hace referencia a la actividad agrícola y la normativa referente a las construcciones.

Las labores realizadas para el cultivo del pistacho, tanto de preparación del terreno como de mantenimiento a lo largo de los años sucesivos se apoya en los aspectos y consideraciones del Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas. Una vez desarrollado el anteproyecto y para la realización del posterior proyecto de ejecución se establecerá la normativa a cumplir en materia de explotación, es decir, la referente al uso de fitosanitarios y al control mediante el cuaderno de explotación.

Para concretar la normativa en materia de urbanismo que se encuentra vigente se acude a las oficinas de urbanismo del municipio de Sigüenza. En ellas se informa que actualmente todas las normativas, decretos y leyes nacen todas ellas de las Normas subsidiarias de planeamiento. De esta manera la redacción de este proyecto se lleva a cabo tomando las consideraciones de la orden 31 de marzo de 2003, la cual se modifica por la orden 1 de febrero de 2016. También se contempla el Decreto 242/2004 el cual se ve corregido por el Decreto 177/2010 de 1 de julio y se añade una corrección de errores en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha número 24 de 3 de febrero de 2005. Además en las oficinas del ayuntamiento se facilita un documento, las Normas de Ordenación Subsidiarias de planeamiento, adaptación a la LOTAU y reglamento del suelo rústico para el municipio de Sigüenza. En estos documentos se esclarece la clasificación del suelo, así como sus usos potenciales; una vez estipulado el tipo de suelo y su uso se pueden deducir de ellas las características constructivas principales, tales como la superficie, altura o materiales entre otros. En el proceso de redacción del proyecto se han analizado cada una de las órdenes y de los decretos, pero al provenir de un antecesor común como son las Normas Subsidiarias de Planeamiento sería suficiente el uso del último documento. Todos estos documentos cumplen con la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística (LOTAU). Estas leyes y normativas referentes a urbanismo se encuentran con mayor detalle en el Anejo VII.

De esta manera puede concluirse que el proyecto es viable desde el punto de vista legal ya que no existe ningún impedimento para su aprobación por los órganos competentes.

## **2. VIABILIDAD TÉCNICA.**

La viabilidad técnica de este proyecto vendrá dada principalmente por la relación existente entre el cultivo y el entorno elegido, entendiendo como entorno las condiciones edafoclimáticas principalmente. Por lo tanto en este apartado del anejo se va a estudiar detalladamente la influencia del medio en este cultivo para determinar si su cultivo en esta zona es viable o no.

También se estudiará la viabilidad del sistema de riego, del abastecimiento de esta agua y de otros aspectos propios del diseño de la plantación. Como parte del proyecto que es también se estudiará si sobre el suelo puede desarrollarse las construcciones que se desean.

Por lo tanto marcará la viabilidad la elección del cultivar, este cultivar o variedad se va a elegir atendiendo a las características que existen en el medio pues no existe ninguna variedad que sea expuesta como condicionante por parte del promotor.

### **2.1. CLIMATOLOGÍA.**

Antes de elegir una variedad hay que tener en cuenta una serie de variables climatológicas del emplazamiento, concretamente las heladas tardías, pluviometría, horas de frío y unidades de calor.

Atendiendo a las heladas tardías hay que considerar que en zonas de primaveras frías, como la de Sigüenza, es necesario tener en cuenta la fenología de las yemas de flor de cada variedad ya que es un momento crítico en su desarrollo. Durante este momento de floración las brácteas comienzan a abrirse y resiste hasta  $-2,5^{\circ}\text{C}$  durante media hora. Por debajo de esta temperatura y por encima de ese tiempo podrían causar daño, llegando incluso a perderse la producción anual. Desde el Centro de Investigación Agroambiental se recomienda que en lugares cuyas temperaturas mínimas primaveras se establezcan por debajo de  $-4^{\circ}\text{C}$  se evite este cultivo o se utilice variedades tardías, como Kerman o Kastel. La temperatura mínima media de los meses de primavera se sitúa en  $-3,47^{\circ}\text{C}$ , por lo que se va a elegir una variedad tardía. En la tabla 1 se representa la relación de variedades femeninas ordenadas según la fecha media de inicio de floración. Los estudios llevados a cabo por el centro de investigación agroambiental "El Chaparrillo" en Ciudad Real consideran que solo en tres de los veinte años que llevan de estudio las heladas primaverales ocasionaron la pérdida total de la cosecha, además el aumento de la media de las temperaturas primaverales ha hecho que este aspecto se vea ligeramente igualado para ambos tipos de cultivares, pese a ello para el emplazamiento estudiado se optará por el cultivo de una variedad tardía ya que las condiciones climáticas de Ciudad Real no son tan extremas como las de la zona norte de la provincia de Guadalajara.

La elección de la variedad masculina o polinizadora se realiza teniendo en cuenta el periodo de floración de la variedad femenina, de esta manera la variedad que mejor se sincroniza con Kerman es Peter, la cual se plantará como variedad principal. Pese a tener una variedad principal polinizadora se van a plantar árboles en un porcentaje de 1-2% de polinizadores de otras variedades. Estos serán más tempranos y más tardíos, con el fin de conseguir una buena fecundación de las hembras.

**Tabla 1: Relación de las diferentes variedades femeninas con la fecha de floración. Fuente: El pistachero: Elección de la variedad y el portainjerto en Castilla- La Mancha. CMA El Chaparrillo y ETSI Agrónomos Madrid.**

|            | MARZO |    |    |    |    | ABRIL |    |    |    |    | MAYO |   |    |    |
|------------|-------|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|------|---|----|----|
|            | 10    | 15 | 20 | 25 | 30 | 5     | 10 | 15 | 20 | 25 | 30   | 5 | 10 | 15 |
| MATEUR     | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| AEGINA     | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| BATOURY    | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| IRAQ-2     | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| ASHOURY    | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| LARNAKA    | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| AVDAT      | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| BRONTE     | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| AJAMY      | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| BOUNDOKY   | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| SFAX       | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| LARNAKA-1  | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| LATTHWARDY | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| NAPOLETANA | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| JOLEY      | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| AVIDON     | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| OULEIMY    | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| KASTEL     | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |
| KERMAN     | A     | B  | C  | D  | E  | F     | G  |    |    |    |      |   |    |    |

**NOTA:** Los estados fenológicos D y E son aquellos en los que el estigma de la flor hembra se halla receptivo al polen del macho

En cuanto al portainjerto utilizado se optará por *P.atlantica* ya que en el Centro de Mejora Agraria “El Chaparrillo” se ha trabajado sobre cuatro variedades como portainjertos durante diecisiete años, y se ha llegado a la conclusión de que para zonas de templadas con riego el mejor pie es *P. atlántica*.

En cuanto a la pluviometría, un exceso de lluvia o elevada humedad relativa ambiental en plena polinización ocasionaría fallos en la fecundación de las flores femeninas y consecuentemente la producción. Los niveles de precipitación durante los meses de abril no son máximos, por lo que no se contemplan posibles daños.

Las horas de frío constituyen un factor decisivo de cara a la viabilidad del cultivo en un emplazamiento, para que se produzca una óptima y homogénea brotación es necesario que durante el reposo invernal superen un mínimo de horas por debajo de 7°C. De esta manera en el emplazamiento del proyecto se obtiene un número de horas de frío superior a 1350 por lo que se optará por una variedad tardía.

Las unidades de calor también representan un condicionante a la hora de ubicar plantaciones de esta especie, de esta manera en el terreno estudiado se obtienen 3141.195 unidades de calor, de manera que lo más razonable sería elegir una variedad temprana dado que necesita menores unidades de calor, pero en este caso se escogerá una variedad tardía por decisión del promotor.

En definitiva, van a ser las bajas temperaturas primaverales las que marquen la variedad a implantar en este emplazamiento, de esta manera se opta por una variedad tardía como es Kerman.

## 2.2. SUELO.

En cuanto al suelo no se considera como un elemento que dificulte la viabilidad técnica del proyecto ya que se trata de un suelo de textura franco-arcillosa, la cual de cara al



desarrollo de la plantación no supone un inconveniente pues el pistachero es una especie bastante rústica capaz de desarrollarse y fructificar adecuadamente sobre suelos arcillosos o franco-arcillosos. El pH del suelo es medianamente neutro, valor que no causará influencia negativa sobre el cultivo.

De cara a la construcción se tendrá en cuenta la textura del suelo para llevar a cabo el diseño de la cimentación, pero estos condicionantes no suponen un factor para no llevar a cabo el proyecto.

### **2.3. RIEGO Y DEFENSA FITOSANITARIA.**

La extracción de agua de riego se hará de un pozo existente en la parcela y el cual garantiza un caudal suficiente para el riego de la plantación. Para la extracción de esta agua se precisa de una bomba introducida en el interior del pozo, la cual se alimenta mediante placas solares fotovoltaicas ubicadas en la cubierta de la caseta de riego. Una vez extraída del pozo esta agua será distribuida por tuberías de PVC hasta los goteros ubicados en cada árbol.

Para una mayor eficiencia y optimización se utilizará un sistema de fertirrigación mediante un tanque de fertilizante y unas válvulas de paso.

En el caso de la defensa fitosanitaria se ejercerá en el momento en el que se vea presencia de alguna anomalía que puedan dañar al árbol o disminuir la producción, ésta se llevará a cabo tal y como se establece en el Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre. Para la aplicación de esta defensa se precisa la compra de un atomizador.

Este aspecto resulta viable desde el punto de vista técnico ya que no existen ninguna contraindicación o dificultad para poder desarrollarse con facilidad.

### **2.4. CONSTRUCCIONES.**

Todas las construcciones se realizarán siguiendo la normativa vigente, la cual se encuentra reflejada en el Anejo de construcciones. Dentro de la parcela se llevará a cabo la construcción de una nave principal y una caseta de riego. La nave se construirá sobre unas zapatas de hormigón armado, y constará de una estructura de acero, cerramientos laterales de hormigón prefabricado y una cubierta compuesta por paneles sándwich. En cuanto a la caseta de riego construirá sobre una cimentación previamente definida, y será cerrada lateralmente por bloques de hormigón prefabricados. Por lo tanto estas construcciones no suponen ningún impedimento técnico para su desarrollo.

El perímetro del terreno sobre el que se desarrollará el proyecto se vallará mediante malla cinética de metro y medio de altura, ajustándose a la normativa local, y que al igual que las construcciones anteriores no suponen un aspecto técnico que haga el proyecto no viable.

### **2.5. PLANTACIÓN.**

Con un óptimo diseño de la plantación se obtiene una máxima producción de cada árbol, se evitan problemas de cara al mantenimiento de la plantación, aumenta la calidad de la producción y se produce una utilización óptima del terreno.

El diseño de la plantación se realiza de manera que sea viable técnicamente, dado que en el presente proyecto se precisa de cierta mecanización, por lo que este punto debe quedar bien reflejado.

En primer lugar hay que establecer la orientación del cultivo, en este caso y dado que la parcela tiene una forma alargada, extendiéndose en la dirección noreste-suroeste, se opta por la orientación descrita por la longitud mayor de la parcela con lo que se pretende tener los menores una máxima optimización del espacio. Además esta disposición sería la que mayor uniformidad aportaría a los árboles. La presencia de los vientos dominantes en la dirección oeste y noroeste determinará la colocación en estas zonas de los árboles polinizadores.

El marco de plantación es la distancia que deben guardar los árboles entre sí una vez plantados, y se encuentra definido por la distancia entre las líneas de la plantación, que marca la anchura de la calle, y la distancia entre los árboles dentro de cada línea. El marco de plantación se determina en función de que se permita la recolección mecánica de los frutos así como se favorezca el correcto desarrollo del árbol. De esta manera se establecerá un marco de plantación rectangular, manteniendo una distancia entre líneas de 7 metros, suficiente para la recolección mecanizada; así como una distancia entre árboles de 5 metros. Con este marco se obtiene una densidad de 285,71 árboles por hectárea. Con respecto a la distancia a linderos se guardará una distancia de cinco metros, con el fin de facilitar al máximo las maniobras de la maquinaria. El hecho de escoger este marco viene dado por los diversos estudios realizados con diferentes marcos de plantación, concluyendo en el marco 7x5 como el que mayor beneficio genera de cara a la producción. El establecimiento de este tipo de marco es viable técnicamente, dado que no genera ningún impedimento de cara a la realización del proyecto.

Una vez escogido y diseñado como se realizará la plantación, se pasa al trabajo sobre el terreno. Al estar la totalidad del terreno en barbecho no se hace necesario una labor de arado de vertedera para el enterrado de restos vegetales, por lo que se realizará una labor de subsolado, la cual será realizada por un tractor de alquiler de 200cv. Tras la labor de subsolado se llevará a cabo un pase de grada de discos o cultivador para dejar el terreno más mullido y preparado para la plantación. Para la apertura de hoyos se precisará de un tractor alquilado que esté equipado con GPS para ubicar a la perfección los hoyos sobre los que se implantarán los árboles. Este proceso no requiere de complejidad técnica sino que se hace necesario realizarlo mediante medios ajenos al promotor, por lo tanto será viable.

Una vez realizada la plantación el mantenimiento del suelo se realizará anualmente mediante el laboreo y la siembra de una cubierta vegetal. En los primeros años se realizará sobre los arboles una poda de formación basada en conferir a los árboles la constitución deseada con el fin de elevar su rendimiento, así como adaptarlo a la futura recolección mecánica. Una vez formado el vegetal se realizará la poda de fructificación para mantener la producción del árbol lo máximo posible durante el tiempo. De esta manera el cuidado y mantenimiento de la plantación serán totalmente viables desde el punto de vista técnico pues no existe ningún aspecto que pueda darle un carácter inviable.

### **3. VIABILIDAD ECONÓMICA.**

Para comprobar la viabilidad económica del proyecto en primer lugar se realiza un breve estudio de mercado, por el cual se analiza la situación actual de cultivo de pistachos. Para ver la viabilidad y poder ejecutar el proyecto se realizará el cálculo del VAN y el TIR.

#### **3.1. ESTUDIO DEL MERCADO.**

La producción de pistachos en la Unión Europea está limitada a países como Grecia, Italia, Chipre y España. Este conjunto de países forman parte de los centros de difusión del cultivo en Europa. Cabe destacar que de estos países el que mayor capacidad para aumentar la superficie cultivada y la producción obtenida es España. La superficie de cultivo disperso es elevada y por lo tanto difícil de cuantificar, sin embargo la superficie de plantaciones regulares está en torno a las 13000 hectáreas repartidas de la siguiente manera: En Grecia 5000ha; España 5000 ha; Italia 3000 ha y 150 ha en Chipre.

La producción europea se encuentra liderada por Grecia con 8000 toneladas, seguida de Italia con 2000 y de España con 500 toneladas, Chipre únicamente produce 20 toneladas.

En cuanto a las importaciones, según datos de 2010 se confirman como principal importador de la Unión Europea a Alemania, Holanda, Italia y España con 34000, 14600, 10600 y 9800 toneladas respectivamente. La principal procedencia de las importaciones de España es Alemania (3600 t), Irán (2600 t) y EEUU (2400 t).

Las exportaciones de la Unión Europea no alcanzan elevadas cifras ya que la mayor parte del comercio se produce en el interior, exportando únicamente 1700 toneladas frente a las 62370 toneladas que se comercializan en el interior del territorio. En el caso concreto de España no es un país exportador, únicamente se exporta pistacho a Francia e Italia.

En España el desarrollo del cultivo se inicia a partir del año 1996 gracias a la información y a los estudios realizados en el Centro Agrario el Chaparrillo desde 1987. Actualmente se estima que la superficie cultivada en España es de 12000 hectáreas aproximadamente, concentrándose el 80% de la superficie en la comunidad de Castilla-La Mancha. Desde el año 2011 se ha producido un aumento significativo de la superficie de cultivo, como puede verse en la ilustración 1. La comunidad de Castilla-La Mancha ha sido el territorio que mayor desarrollo ha tenido como puede verse en la ilustración 2, pese a concentrar en torno al 80% de la superficie de cultivo en Andalucía se localizan algunas plantaciones en las provincias de Jaén, Córdoba, Granada y Sevilla; Es representativo también las 300 hectáreas de la provincia de Lérida.

El 100% de la producción española se destina a consumo directo. Según datos de la Subdirección General de Estructura de la Cadena Alimentaria del MARM, el consumo per cápita del año 2010 se sitúa alrededor de los 187g, de los cuales 130 corresponden al consumo de pistacho en cáscara. El precio de compra al agricultor ha sido variable durante la expansión que está sufriendo este cultivo, evolucionando desde precios entre los 3 y 6 euros por kilo en 2010 hasta mantenerse en valores

cercanos a los 7 o 7,50 euros por kilo. Este precio es referido al kilo de pistachos pelado.

**Ilustración 1: Superficie de cultivo en el año 2011. Fuente: "El cultivo del pistacho".**

| Región             | Superficie   |
|--------------------|--------------|
| Castilla-La Mancha | 4.000        |
| Cataluña           | 400          |
| Andalucía          | 300          |
| Extremadura        | 200          |
| Castilla y León    | 100          |
| <b>TOTAL</b>       | <b>5.000</b> |

**Ilustración 2: Distribución de la superficie de cultivo en la mitad sur peninsular. Fuente: "El cultivo del pistacho".**



### **3.2. ESTUDIO DE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA.**

Antes de realizar el proyecto se ha de evaluar su rentabilidad económica para comprobar que su puesta en marcha generaría un beneficio al promotor.

Para ello se realiza un cálculo de la inversión inicial y de los flujos de caja anuales durante el periodo estimado de vida útil del proyecto, 40 años. A partir de estos datos se calcula el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

Para que el proyecto sea rentable el valor obtenido del VAN debe ser positivo. Para su cálculo hay que establecer las siguientes variables:

- $I_0$ : Inversión inicial.
- $V_t$ : Flujos de caja anuales.

- K: Tasa de retorno o descuento.

Para este proyecto se calcula una inversión inicial de 183531,71 euros, pero dado que el promotor es joven obtiene una subvención de 45000 para su incorporación a la producción agraria, además de una subvención de 15000 proveniente de los planes de desarrollo rural. Los flujos de caja se representan a continuación en diversas tablas.

**Tabla 2: Inversión inicial. Fuente: Elaboración propia a partir de premeti.**

| <b>RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO</b> |                                                 |                   |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|
| Código                                 | Capítulo                                        | Total €           |
| CO1                                    | UD CONSTRUCTIVA: NAVE                           | 29.149,47         |
|                                        | C01.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA      | 1.672,59          |
|                                        | C01.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS         | 538,79            |
|                                        | C01.9 CAPÍTULO 9: INSTALACIÓN ELÉCTRICA         | 1.588,58          |
|                                        | C01.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA                   | 2.176,36          |
|                                        | C01.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTOS   | 885,64            |
|                                        | C01.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA                      | 6.301,91          |
|                                        | C01.4 CAPÍTULO 4: PARTICIONES                   | 2.216,44          |
|                                        | C01.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA METÁLICA           | 8.680,38          |
|                                        | C01.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIGÓN        | 5.088,78          |
| CO2                                    | UD CONSTRUCTIVA: CASETA DE RIEGO                | 8.072,79          |
|                                        | C02.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA     | 16,17             |
|                                        | C02.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIGÓN        | 1.190,00          |
|                                        | C02.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA                    | 83,65             |
|                                        | C02.4 CAPÍTULO 4: ALBAÑILERÍA Y PARTICIONES     | 3.132,66          |
|                                        | C02.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA                      | 2.096,68          |
|                                        | C02.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTOS   | 582,00            |
|                                        | C02.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS         | 71,26             |
|                                        | C02.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA                   | 900,37            |
| CO3                                    | UD CONSTRUCTIVA: VALLADO PERIMETRAL             | 6.800,79          |
|                                        | C03.1 CAPÍTULO 1: CERRAMIENTO                   | 6.800,79          |
| CO4                                    | UD CONSTRUCTIVA: PLANTACIÓN                     | 52.510,52         |
|                                        | C04.1 CAPÍTULO 1: PREPARACIÓN DEL TERRENO       | 2.280,48          |
|                                        | C04.2 CAPÍTULO 2: REPLANTEO                     | 57,00             |
|                                        | C04.3 CAPÍTULO 3: PLANTACIÓN                    | 13.373,04         |
|                                        | C04.4 CAPÍTULO 4: LABORES POSTPLANTACIÓN        | 36.800,00         |
| CO5                                    | UD CONSTRUCTIVA: INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO | 27.832,43         |
|                                        | C05.2 CAPÍTULO 2: PIEZAS ESPECIALES             | 672,12            |
|                                        | C05.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA      | 5.389,02          |
|                                        | C05.5 CAPÍTULO 5: EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN      | 549,96            |
|                                        | C05.3 CAPÍTULO 3: EQUIPO DE BOMBEO Y FILTRO     | 1.116,25          |
|                                        | C05.1 CAPÍTULO 1: TUBERÍAS                      | 19.945,49         |
|                                        | C05.4 CAPÍTULO 4: AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO      | 159,59            |
| CO6                                    | COMPRA DE EQUIPOS                               | 2.281,71          |
|                                        | C06.1 AVENTADORA                                | 490,52            |
|                                        | C06.2 PELADORA                                  | 648,20            |
|                                        | C06.3 TIJERAS PODA                              | 359,12            |
|                                        | C07.4 VIBRADOR                                  | 783,87            |
| CO7                                    | SEGURIDAD Y SALUD                               | 801,21            |
|                                        | <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....</b>   | <b>127.448,92</b> |
|                                        | 13 % Gastos Generales.....                      | 16.568,36         |
|                                        | 6 % Beneficio Industrial.....                   | 7.646,94          |
|                                        | <b>Suma.....</b>                                | <b>151.664,22</b> |
|                                        | 21 % I.V.A. de Contrata.....                    | 31.849,49         |
|                                        | <b>PRESUPUESTO DE CONTRATA.....</b>             | <b>183.513,71</b> |

**Tabla 3: Flujos de caja. Fuente: Elaboración propia.**

| <b>AÑO</b> | <b>GASTOS</b> | <b>INGRESOS</b> | <b>FLUJO DE CAJA</b> |
|------------|---------------|-----------------|----------------------|
| 0          | 183531,7      | 61000,0         | -122531,7            |
| 1          | 1163,5        | 1000,0          | -163,5               |
| 2          | 1412,5        | 1000,0          | -412,5               |
| 3          | 1702,5        | 1000,0          | -702,5               |
| 4          | 2733,8        | 2623,8          | -110,1               |
| 5          | 2461,8        | 7868,1          | 5406,3               |
| 6          | 2461,8        | 15985,0         | 13523,2              |
| 7          | 2485,8        | 27223,8         | 24737,9              |
| 8          | 2534,8        | 38462,5         | 35927,7              |
| 9          | 2555,8        | 44931,0         | 42375,2              |
| 10         | 2594,8        | 32218,8         | 29623,9              |
| 11 a 34    | 2677,3        | 48452,5         | 45775,2              |
| 35 a 40    | 2870,3        | 43457,5         | 40587,2              |

Con los flujos de caja y considerando una tasa de retorno del 6% se calcula el VAN de la siguiente manera:

$$\sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

A partir de esta operación se obtiene un valor actual neto de 164706,67€ para los 40 años de vida útil de la plantación. Este valor es mayor que 0 por lo que se espera que este proyecto sea muy rentable.

Con el plazo de recuperación o Pay-back se obtiene el momento en el que se recupera la inversión para la puesta en marcha del proyecto. Este momento se calcula cuando el VAN=0, para este proyecto se recupera la inversión a lo largo del noveno año.

El TIR es la tasa interna de retorno, este valor indica el interés de la inversión por el cual el VAN=0. Si el valor del TIR es menor que el valor de k supuesto en el cálculo el proyecto no será rentable. En el caso de que el valor del TIR sea mayor significa que la inversión ejecutada está rindiendo por encima del dinero invertido. En el caso de la plantación se obtiene un valor del TIR de 15%. Dado que se obtiene un valor superior al 6% este proyecto será rentable.

Como conclusión, una vez estudiados a modo de anteproyecto la inversión inicial y los flujos de caja anuales se han obtenido unos resultados de VAN, Pay-back y TIR que hacen que este proyecto sea rentable. En el apartado de los flujos de caja se ha

supuesto un precio de venta del producto, así como de la subvención obtenida por la Política Agraria Común para los 40 años de vida útil, este valor se toma constante porque no se puede predecir sus cambios futuros.

# **ANEJO XVII: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**



## ÍNDICE

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                         | 3  |
| 2. OBJETO.....                                               | 3  |
| 3. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS.....                         | 3  |
| 3.1. DATOS, SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN.....                     | 4  |
| 3.2. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA..... | 5  |
| 3.3. MAQUINARIA DE OBRA.....                                 | 5  |
| 3.4. MEDIOS AUXILIARES.....                                  | 6  |
| 4. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.....            | 7  |
| 5. RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.....       | 7  |
| 6. RIESGOS LABORALES ESPECIALES.....                         | 12 |
| 6.1. OTROS ASPECTOS.....                                     | 12 |
| 7. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....                     | 13 |
| 8. NORMATIVA DE SEGURIDAD APLICABLE A LA OBRA.....           | 14 |
| 9. OTRAS INFORMACIONES (RD 1627/1997).....                   | 15 |
| 10. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD.....                    | 15 |

## **1. INTRODUCCIÓN.**

Considerando el RD 1627/1997 de 24 de octubre, por el cual será obligatorio la redacción de un estudio de seguridad y salud en los proyectos que se den los siguientes supuestos:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata sea igual o superior a 450000 euros.
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Este proyecto, al no cumplir con ninguno de los apartados anteriores del Real Decreto 1627/1997, será necesario únicamente la redacción de un Estudio Básico de Seguridad y Salud, el cual se expone a continuación. De esta manera, el presente estudio está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto.

Considerando el artículo 3 del RD 1627/1997, si en la obra intervienen más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el promotor deberá designar un coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el Artículo 7 del citado Real Decreto, el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones obtenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

## **2. OBJETO**

Siguiendo el mismo Real Decreto, y tal y como enuncia el apartado 2 del artículo 6: *“El estudio básico deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II.”*

## **3. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS.**

Los datos generales del proyecto son:

- Plantación de pistachero y construcción de una nave agrícola y una caseta de riego.

- Dimensiones: La plantación tendrá una superficie de ((4ha)). La nave agrícola tendrá unas dimensiones de 15x10m y la caseta de riego 5x10m.
- Situación: Las obras se realizarán en el municipio de Sigüenza (Guadalajara), concretamente en las parcelas 669 ,670, 671, 672 y 673 del polígono 5.

### 3.1. DATOS, SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN.

**Tabla 1: Datos generales del proyecto. Fuente: Elaboración propia.**

|                                   |                                              |
|-----------------------------------|----------------------------------------------|
| Proyecto:                         | Explotación para la producción de pistachos. |
| Autor del proyecto                | Daniel Muñoz Sopeña                          |
| Titularidad del encargo           | Daniel Muñoz Sopeña                          |
| Presupuesto de ejecución material |                                              |
| Plazo de ejecución previsto       |                                              |
| Número máximo de operarios        |                                              |
| Total aproximado de jornadas      |                                              |

Los datos principales se representan en la tabla 2:

**Tabla 2: Datos del emplazamiento. Fuente: Elaboración propia.**

| EMPLAZAMIENTO                   |                                        |
|---------------------------------|----------------------------------------|
| Accesos                         | Camino rural                           |
| Topografía del terreno          | Pendiente mínima, inapreciable         |
| Edificaciones colindantes       | Explotaciones equinas de recreo a 800m |
| Suministro de energía eléctrica | Instalación fotovoltaica               |
| Suministro de agua              | Desde sondeo                           |
| Servidumbres y condicionantes   | Ninguno                                |
| Saneamiento                     | Incorporado a las construcciones       |

A continuación se indican, en la tabla 3, las características generales de la obra a la que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, dónde se describen las fases de que consta:

**Tabla 3: Descripción de la obra. Fuente: Elaboración propia.**

| DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y FASES |                                                                            |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>CONSTRUCCIÓN</b>            |                                                                            |
| Vallado perimetral             | - Colocación del vallado perimetral                                        |
| Movimiento de tierras          | - Zapatas<br>- Solera de la caseta.                                        |
| Cimentación y estructura       | - Zapatas<br>- Solera de la caseta<br>- Hastiales                          |
| Cubiertas                      | - Colocación de chapa sándwich                                             |
| Albañilería y cerramientos     | - División interior de caseta y nave<br>- Colocación de ventanas y puertas |
| Acabados                       | - Enfoscado.                                                               |
| Instalaciones                  | - Instalación fotovoltaica en nave y caseta.                               |
| <b>PLANTACIÓN</b>              |                                                                            |

|                                  |                                                          |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Preparación del terreno          | - Subsulado<br>- Pase de cultivador                      |
| Plantación                       | - Mediante la plantadora<br>implantación de los árboles. |
| Instalación del sistema de riego | - Colocación del riego por goteo                         |

### 3.2. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del RD 1627/1997, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 4: Servicios higiénicos en obra. Fuente: Elaboración propia.**

|                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SERVICIOS HIGIÉNICOS</b>                                                                                     |
| Vestuarios con taquillas individuales provistas de llave                                                        |
| Lavabos con agua fría, caliente y espejo                                                                        |
| Duchas con agua fría y caliente                                                                                 |
| Retretes                                                                                                        |
| <b>OBSERVACIONES</b>                                                                                            |
| La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en el caso de haber operarios de distintos sexos. |

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del Real Decreto 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la siguiente tabla, en la que se incluye, además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos.

**Tabla 5: Asistencia sanitaria. Fuente: Elaboración propia.**

| ASISTENCIA SANITARIA Y PRIMEROS AUXILIOS. |                                       |                           |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| NIVEL DE ASISTENCIA                       | NOMBRE Y UBICACIÓN                    | DISTANCIA APROXIMADA (km) |
| Primeros auxilios                         | Botiquín portátil                     | En obra                   |
| Asistencia primaria                       | Centro de salud de Sigüenza           | 2                         |
| Asistencia especializada                  | Hospital universitario de Guadalajara | 75                        |

### 3.3. MAQUINARIA DE OBRA.

La maquinaria que se utilizará para la realización de las obras será:

- Retroexcavadora.
- Ahoyador.
- Tractor.
- Hormigonera.
- Hormigonera autopropulsada.
- Herramienta manual.
- Herramienta eléctrica.
- Camiones pluma.

### 3.4. MEDIOS AUXILIARES.

**Tabla 6: Medios auxiliares necesarios para el desarrollo de la obra. Fuente: Elaboración propia.**

| MEDIOS AUXILIARES           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MEDIOS                      | CARACTERÍSTICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Andamios colgados móviles   | <p>Deben someterse a una prueba de carga previa</p> <p>Correcta colocación de los pestillos de seguridad de los ganchos</p> <p>Los pescantes serán, preferiblemente, metálicos</p> <p>Los cabrestantes se revisarán trimestralmente</p> <p>Correcta disposición de la barandilla de segur., barra intermedia y rodapié.</p> <p>Obligatoriedad permanente del uso del cinturón de seguridad</p>                                                                                                                                                                                             |
| Andamios apoyados tubulares | <p>Deberán montarse bajo la supervisión de persona competente</p> <p>Se apoyarán sobre una base sólida y preparada adecuadamente</p> <p>Se dispondrán anclajes adecuados a las fachadas</p> <p>Las cruces de San Andrés se colocarán por ambos lados</p> <p>Correcta disposición de las plataformas de trabajo</p> <p>Correcta disposición de la barandilla de segur., barra intermedia y rodapié.</p> <p>Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo</p> <p>Uso de cinturón de seguridad de sujeción de Clase A, Tipo I durante el montaje y el desmontaje</p> |
| Andamios de borriquetas     | La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Escaleras de mano     | <p>Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar</p> <p>Separación de la pared = 1/4 de la altura total.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Instalación eléctrica | <p>Cuadro General en caja estanca de doble aislamiento, situado a <math>h &gt; 1</math> m.</p> <p>I. diferenciales de 0,3 A en líneas de máquinas y fuerza</p> <p>I. diferenciales de 0,03 A en líneas de alumbrado a tensión <math>&gt; 24</math> V</p> <p>I. magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior</p> <p>I. magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de cte. y alumbrado</p> <p>La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro.</p> <p>La puesta a tierra (caso de no utilizar la del edificio) sera <math>&lt; 80</math> ohmios.</p> |

#### 4. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.

A continuación se exponen en la tabla los riesgos laborales que, pudiendo presentarse en obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas incluidas.

**Tabla 7: Riesgos evitables. Fuente: Elaboración propia.**

| RIESGOS EVITABLES                                                                                               | MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Derivados de la rotura de instalaciones existentes, tales como el pozo                                          | Colocación de las arquetas de seguridad y cerramiento de éste. |
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>No existen instalaciones eléctricas o de gas cercanas que puedan suponer un riesgo.</p> |                                                                |

#### 5. RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.

En este apartado se incluye la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente evitados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que

deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. En la primera tabla se hace referencia a los aspectos generales que afectan a toda la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que se pueda dividir la obra.

**Tabla 8: Riesgos laborales no eliminables. Fuente: Elaboración propia.**

| <b>TODA LA OBRA</b>                                  |                                                                                                |                          |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>RIESGOS</b>                                       |                                                                                                |                          |
| X                                                    | Caídas de operarios al mismo nivel                                                             |                          |
| X                                                    | Caídas de operarios a distinto nivel                                                           |                          |
| X                                                    | Caídas de objetos sobre operarios                                                              |                          |
| X                                                    | Caídas de objetos sobre terceros                                                               |                          |
| X                                                    | Choques o golpes contra objetos                                                                |                          |
| X                                                    | Fuertes vientos                                                                                |                          |
| X                                                    | Trabajos en condiciones de humedad                                                             |                          |
| X                                                    | Contactos eléctricos directos e indirectos                                                     |                          |
| X                                                    | Cuerpos extraños en los ojos                                                                   |                          |
| X                                                    | Sobreesfuerzos                                                                                 |                          |
| X                                                    | Picaduras de la fauna presente, principalmente abejas y avispas u otros animales como víboras. |                          |
| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b> |                                                                                                | <b>GRADO DE ADOPCIÓN</b> |
| X                                                    | Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra                                         | Permanente               |
| X                                                    | Orden y limpieza de los lugares de trabajo                                                     | Permanente               |
| X                                                    | Recubrimiento o distancia de seguridad (1 m) a líneas eléctricas de B.T.                       | Permanente               |
| X                                                    | Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)                                          | Permanente               |
| X                                                    | No permanecer en el radio de acción de las máquinas                                            | Permanente               |
| X                                                    | Puesta en marcha en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento                            | Permanente               |
| X                                                    | Señalización de la obra (señales y carteles)                                                   | Permanente               |
| X                                                    | Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia                                      | Alternativa al vallado   |
| X                                                    | Vallado del perímetro de la obra, resistente y de altura > 2 m                                 | Permanente               |

|                                                |                                                                           |                        |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|                                                | Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra                               | Permanente             |
|                                                | Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes | Permanente             |
| X                                              | Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B                            | Permanente             |
| X                                              | Evacuación de escombros                                                   | Frecuente              |
| X                                              | Escaleras auxiliares                                                      | Ocasional              |
| X                                              | Información específica                                                    | Para riesgos concretos |
| X                                              | Cursos y charlas de formación                                             | Frecuente              |
|                                                | Grúa parada y en posición de veleta                                       | Con viento fuerte      |
|                                                | Grúa parada y en posición de veleta                                       | Final de cada jornada  |
|                                                |                                                                           |                        |
| <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)</b> |                                                                           | <b>EMPLEO</b>          |
| X                                              | Cascos de seguridad                                                       | Permanente             |
| X                                              | Calzado protector                                                         | Permanente             |
| X                                              | Ropa de trabajo                                                           | Permanente             |
| X                                              | Ropa impermeable o de protección                                          | Con mal tiempo         |
| X                                              | Gafas de seguridad                                                        | Frecuente              |
| X                                              | Cinturones de protección del tronco.                                      | Ocasional              |
| <b>FASE: DEMOLICIONES</b>                      |                                                                           |                        |
| <b>RIESGOS</b>                                 |                                                                           |                        |
|                                                | Desplomes en edificios colindantes                                        |                        |
| X                                              | Caídas de materiales transportados                                        |                        |
| X                                              | Desplome de andamios                                                      |                        |
| X                                              | Atrapamientos y aplastamientos                                            |                        |
| X                                              | Atropellos, colisiones y vuelcos                                          |                        |
|                                                | Contagios por lugares insalubres                                          |                        |
| X                                              | Ruidos                                                                    |                        |
| X                                              | Vibraciones                                                               |                        |



| X                                                    | Ambiente pulverulento                                  |                          |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|
| X                                                    | Electrocuciones                                        |                          |
|                                                      |                                                        |                          |
| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b> |                                                        | <b>GRADO DE ADOPCIÓN</b> |
|                                                      | Observación y vigilancia de los edificios colindantes  | Diaria                   |
| X                                                    | Apuntalamientos y apeos                                | Frecuente                |
| X                                                    | Pasos o pasarelas                                      | Frecuente                |
| X                                                    | Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas            | Permanente               |
| X                                                    | Redes verticales                                       | Permanente               |
| X                                                    | Barandillas de seguridad                               | Permanente               |
| X                                                    | Arriostramiento cuidadoso de los andamios              | Permanente               |
| X                                                    | Riegos con agua                                        | Frecuente                |
| X                                                    | Andamios de protección                                 | Permanente               |
| X                                                    | Conductos de desescombro                               | Permanente               |
|                                                      | Anulación de instalaciones antiguas                    | Definitivo               |
|                                                      |                                                        |                          |
| <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)</b>       |                                                        | <b>EMPLEO</b>            |
| X                                                    | Botas de seguridad                                     | Permanente               |
| X                                                    | Guantes contra agresiones mecánicas                    | Frecuente                |
| X                                                    | Gafas de seguridad                                     | Frecuente                |
| X                                                    | Mascarilla filtrante                                   | Ocasional                |
| X                                                    | Protectores auditivos                                  | Ocasional                |
| X                                                    | Cinturones y arneses de seguridad                      | Permanente               |
| X                                                    | Mástiles y cables fiadores                             | Permanente               |
| <b>FASE: MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>                   |                                                        |                          |
| <b>RIESGOS</b>                                       |                                                        |                          |
| X                                                    | Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno |                          |

|                                                      | Desplomes en edificios colindantes                                |                          |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| X                                                    | Caídas de materiales transportados                                |                          |
| X                                                    | Atrapamientos y aplastamientos                                    |                          |
| X                                                    | Atropellos, colisiones y falsas maniobras de máquinas             |                          |
| X                                                    | Contagios por lugares insalubres                                  |                          |
| X                                                    | Ruidos                                                            |                          |
| X                                                    | Vibraciones                                                       |                          |
| X                                                    | Ambiente pulverulento                                             |                          |
| X                                                    | Electrocuciones                                                   |                          |
| X                                                    | Condiciones meteorológicas adversas                               |                          |
|                                                      |                                                                   |                          |
| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b> |                                                                   | <b>GRADO DE ADOPCIÓN</b> |
| X                                                    | Observación y vigilancia del terreno                              | Diaria                   |
| X                                                    | Talud natural del terreno                                         | Permanente               |
| X                                                    | Entibaciones                                                      | Frecuente                |
| X                                                    | Limpieza de bolos y viseras                                       | Frecuente                |
| X                                                    | Apuntalamientos y apeos                                           | Ocasional                |
| X                                                    | Achique de aguas                                                  | Frecuente                |
| X                                                    | Pasos o pasarelas                                                 | Permanente               |
| X                                                    | Separación de tránsito de vehículos y operarios                   | Permanente               |
| X                                                    | Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas (Rops y Fops)         | Permanente               |
| X                                                    | No acopiar junto al borde de la excavación                        | Permanente               |
| X                                                    | Plataformas para el paso de personas en el borde de la excavación | Ocasional                |
| X                                                    | No permanecer bajo el frente de la excavación                     | Permanente               |
|                                                      | Barandillas en el borde de la excavación (0,9 m)                  | Permanente               |
|                                                      | Rampas con pendientes y anchuras adecuadas                        | Permanente               |

|                                                |                                                      |               |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------|
| X                                              | Acotar las zonas de acción de las máquinas           | Permanente    |
| X                                              | Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos | Permanente    |
| <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)</b> |                                                      | <b>EMPLEO</b> |
| X                                              | Botas de seguridad                                   | Permanente    |
| X                                              | Botas de goma                                        | Ocasional     |
| X                                              | Guantes de cuero                                     | Ocasional     |
| X                                              | Guantes de goma                                      | Ocasional     |

## 6. RIESGOS LABORALES ESPECIALES.

A continuación se relacionan en la tabla aquellos trabajos que siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el Proyecto, implican riesgos especiales para la salud y la seguridad de los trabajadores, y por ello se encuentran incluidos en el Anexo II del Real Decreto 1627/1997. También se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

**Tabla 9: Riesgos laborales especiales. Fuente: Elaboración propia.**

| TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES                                          | MEDIDAS ESPECIALES PREVISTAS                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos  | En la colocación de la estructura. Necesario el uso de arneses.                                                       |
| En la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión                    | Señalizar y respetar la distancia de seguridad (5m).<br>Pórticos protectores de 5 m de altura<br>Calzado de seguridad |
| Que requieran el montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados | Para la estructura de la nave. Utilizar las EPIs así como lo relacionado con la maquinaria pesada a utilizar.         |

### 6.1. OTROS ASPECTOS.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, LPRL, ha de cumplirse durante el desarrollo de la obra, para ello será necesario llevar a cabo una serie de actuaciones:

**Tabla 10: Aspectos a considerar de la LPRL. Fuente: Elaboración propia.**

|                                   |                     |
|-----------------------------------|---------------------|
| Actuación                         | Artículo de la ley. |
| Vigilancia periódica de la salud  | Artículo 22         |
| Primeros auxilios                 | Artículo 20         |
| Formación de los trabajadores     | Artículo 18         |
| Participación de los trabajadores | Artículos 18 y 33   |
| Obligaciones de los trabajadores  | Artículo 29         |

## 7. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

En el Artículo 17.2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales la protección de los riesgos no evitables será personal. Considerando el Real Decreto 773/1997, publicado en el BOE el 12 de junio de 1997 y el 18 de julio de 1997, que trata la elección, utilización y el mantenimiento de los equipos de protección individual, definiendo el equipo de protección individual como *“cualquier equipo destinado a ser llevado sujetado por el trabajador de manera que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin”*. Ante esta utilización surgen unas obligaciones por parte del empresario y de los trabajadores.

En el caso del empresario:

**Tabla 11: Obligaciones del empresario. Fuente: Elaboración propia.**

| <b>OBLIGACIÓN</b>                                         | <b>ARTÍCULO</b> |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|
| Determinación de los puestos que requieren la utilización | 4               |
| Elección de los EPIs                                      | 7               |
| Correcta utilización y mantenimiento                      | 7               |
| Formación de los trabajadores                             | 8               |
| Consulta y participación                                  | 9               |

Para los trabajadores, el artículo 10 establece la obligatoriedad de utilizar y cuidar correctamente los EPIs, la colocación en el lugar adecuado de éstos y la información sobre cualquier defecto o daño en estos. La ropa de los trabajadores ha de estar ceñida al cuerpo, y esta ha de ser de color reflectante y destacable en el medio de trabajo.

## 8. NORMATIVA DE SEGURIDAD APLICABLE A LA OBRA.

### Ilustración 1: Resumen de la normativa aplicable. Fuente: Imagen extraída de internet.

#### GENERAL

|                                                                                                            |            |          |          |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|-------------|
| ☐ Ley de Prevención de Riesgos Laborales.                                                                  | Ley 31/95  | 08-11-95 | J.Estado | 10-11-95    |
| ☐ Reglamento de los Servicios de Prevención.                                                               | RD 39/97   | 17-01-97 | M.Trab.  | 31-01-97    |
| ☐ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. (transposición Directiva 92/57/CEE) | RD 1627/97 | 24-10-97 | Varios   | 25-10-97    |
| ☐ Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.                                   | RD 485/97  | 14-04-97 | M.Trab.  | 23-04-97    |
| ☐ Modelo de libro de incidencias.                                                                          | Orden      | 20-09-86 | M.Trab.  | 13-10-86    |
| Corrección de errores.                                                                                     | --         | --       | --       | 31-10-86    |
| ☐ Modelo de notificación de accidentes de trabajo.                                                         | Orden      | 16-12-87 |          | 29-12-87    |
| ☐ Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción.                                         | Orden      | 20-05-52 | M.Trab.  | 15-06-52    |
| Modificación.                                                                                              | Orden      | 19-12-53 | M.Trab.  | 22-12-53    |
| Complementario.                                                                                            | Orden      | 02-09-66 | M.Trab.  | 01-10-66    |
| ☐ Cuadro de enfermedades profesionales.                                                                    | RD 1995/78 | --       | --       | 25-08-78    |
| ☐ Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.                                                  | Orden      | 09-03-71 | M.Trab.  | 16-03-71    |
| Corrección de errores.                                                                                     | --         | --       | --       | 06-04-71    |
| (derogados Títulos I y III. Título II; cap: I a V, VII, XIII)                                              |            |          |          |             |
| ☐ Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica.                                            | Orden      | 28-08-79 | M.Trab.  | --          |
| Anterior no derogada.                                                                                      | Orden      | 28-08-70 | M.Trab.  | 05→09-09-70 |
| Corrección de errores.                                                                                     | --         | --       | --       | 17-10-70    |
| Modificación (no derogada), Orden 28-08-70.                                                                | Orden      | 27-07-73 | M.Trab.  |             |
| Interpretación de varios artículos.                                                                        | Orden      | 21-11-70 | M.Trab.  | 28-11-70    |
| Interpretación de varios artículos.                                                                        | Resolución | 24-11-70 | DGT      | 05-12-70    |
| ☐ Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones.                                | Orden      | 31-08-87 | M.Trab.  | --          |
| ☐ Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos.                                                  | RD 1316/89 | 27-10-89 | --       | 02-11-89    |
| ☐ Disposiciones mín. seg. y salud sobre manipulación manual de cargas (Directiva 90/269/CEE)               | RD 487/97  | 23-04-97 | M.Trab.  | 23-04-97    |
| ☐ Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto.                                                         | Orden      | 31-10-84 | M.Trab.  | 07-11-84    |
| Corrección de errores.                                                                                     | --         | --       | --       | 22-11-84    |
| Normas complementarias.                                                                                    | Orden      | 07-01-87 | M.Trab.  | 15-01-87    |
| Modelo libro de registro.                                                                                  | Orden      | 22-12-87 | M.Trab.  | 29-12-87    |
| ☐ Estatuto de los trabajadores.                                                                            | Ley 8/80   | 01-03-80 | M.Trab.  | -- 80       |
| Regulación de la jornada laboral.                                                                          | RD 2001/83 | 28-07-83 | --       | 03-08-83    |
| Formación de comités de seguridad.                                                                         | D. 423/71  | 11-03-71 | M.Trab.  | 16-03-71    |

#### EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPI)

|                                                                                                            |             |          |           |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-----------|----------|
| ☐ Condiciones comerc. y libre circulación de EPI (Directiva 89/686/CEE).                                   | RD 1407/92  | 20-11-92 | MRCor.    | 28-12-92 |
| Modificación: Marcado "CE" de conformidad y año de colocación.                                             | RD 159/95   | 03-02-95 |           | 08-03-95 |
| Modificación RD 159/95.                                                                                    | Orden       | 20-03-97 |           | 06-03-97 |
| ☐ Disp. Mínimas de seg. y salud de equipos de protección individual. (transposición Directiva 89/656/CEE). | RD 773/97   | 30-05-97 | M.Presid. | 12-06-97 |
| ☐ EPI contra caída de altura. Disp. de descenso.                                                           | UNEEN341    | 22-05-97 | AENOR     | 23-06-97 |
| ☐ Requisitos y métodos de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo.                                    | UNEEN344/A1 | 20-10-97 | AENOR     | 07-11-97 |
| ☐ Especificaciones calzado seguridad uso profesional.                                                      | UNEEN345/A1 | 20-10-97 | AENOR     | 07-11-97 |
| ☐ Especificaciones calzado protección uso profesional.                                                     | UNEEN346/A1 | 20-10-97 | AENOR     | 07-11-97 |
| ☐ Especificaciones calzado trabajo uso profesional.                                                        | UNEEN347/A1 | 20-10-97 | AENOR     | 07-11-97 |

#### INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA

|                                                                                                               |            |          |          |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|----------|
| ☐ Disp. Min. de seg. y salud para utilización de los equipos de trabajo (transposición Directiva 89/656/CEE). | RD 1215/97 | 18-07-97 | M.Trab.  | 18-07-97 |
| ☐ MIE-BT-028 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión                                                    | Orden      | 31-10-73 | MI 27→   | 31-12-73 |
| ☐ ITC MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de manutención.                                                       | Orden      | 26-05-89 | MIE      | 09-06-89 |
| ☐ Reglamento de aparatos elevadores para obras.                                                               | Orden      | 23-05-77 | MI       | 14-06-77 |
| Corrección de errores.                                                                                        | --         | --       | --       | 18-07-77 |
| Modificación.                                                                                                 | Orden      | 07-03-81 | MIE      | 14-03-81 |
| Modificación.                                                                                                 | Orden      | 16-11-81 | --       | --       |
| ☐ Reglamento Seguridad en las Máquinas.                                                                       | RD 1495/86 | 23-05-86 | P.Gob.   | 21-07-86 |
| Corrección de errores.                                                                                        | --         | --       | --       | 04-10-86 |
| Modificación.                                                                                                 | RD 590/89  | 19-05-89 | M.R.Cor. | 19-05-89 |
| Modificaciones en la ITC MSG-SM-1.                                                                            | Orden      | 08-04-91 | M.R.Cor. | 11-04-91 |
| Modificación (Adaptación a directivas de la CEE).                                                             | RD 830/91  | 24-05-91 | M.R.Cor. | 31-05-91 |
| Regulación potencia acústica de maquinarias. (Directiva 84/532/CEE).                                          | RD 245/89  | 27-02-89 | MIE      | 11-03-89 |
| Ampliación y nuevas especificaciones.                                                                         | RD 71/92   | 31-01-92 | MIE      | 06-02-92 |
| ☐ Requisitos de seguridad y salud en máquinas. (Directiva 89/392/CEE).                                        | RD 1435/92 | 27-11-92 | MRCor.   | 11-12-92 |
| ☐ ITC-MIE-AEM2. Grúas-Torre desmontables para obra.                                                           | Orden      | 28-06-88 | MIE      | 07-07-88 |
| Corrección de errores, Orden 28-06-88                                                                         | --         | --       | --       | 05-10-88 |
| ☐ ITC-MIE-AEM4. Grúas móviles autopropulsadas usadas                                                          | RD 2370/96 | 18-11-96 | MIE      | 24-12-96 |

## **9. OTRAS INFORMACIONES (RD 1627/1997).**

### **AVISO PREVIO.**

1. En las obras incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto, el promotor deberá efectuar aviso a la autoridad laboral competente correspondiente antes del comienzo de los trabajos.
2. El aviso previo se redactará con arreglo a lo dispuesto en el anexo II del Real Decreto y deberá ponerse en la obra de forma visible, actualizándose si fuera necesario.

### **INFORMACIÓN A LA AUTORIDAD LABORAL.**

1. La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente deberá incluir el plan de seguridad y salud al que se refiere el artículo 7 del Real Decreto.
2. El plan de seguridad y salud estará a disposición permanente de la inspección de Trabajo y Seguridad Social de los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en las Administraciones Públicas competentes.

## **10. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

En el Real Decreto 1627/1997 se establecen las disposiciones mínimas de éste, no incluyéndose la necesidad de incluir un presupuesto que certifique el conjunto de gastos necesarios para la aplicación. No es un aspecto obligatorio, pero se dispone de un 2% del presupuesto de ejecución por contrata para Seguridad y Salud. Pese a no realizar un presupuesto minucioso, el Documento N° 5: Presupuestos, se encuentra reflejado la cuantía referente a seguridad y salud en las actuaciones previstas.



## **ANEJO XVIII: BIBLIOGRAFÍA**



## 1. BIBLIOGRAFÍA.

- PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE PLANTACIONES FRUTALES 2ª ED. R. FERNANDEZ ESCOBAR. 1996.
- EL CULTIVO DEL PISTACHO. JOSE FRANCISCO COUCEIRO LOPEZ; JULIAN GUERRERO VILLASEÑOR; Mª CARMEN GIJON LOPEZ; ALFONSO MORIANA ELVIRA; DAVID PEREZ LOPEZ; MARINA RODRIGUEZ DE FRANCISCO.
- APUNTES SOBRE RIEGO LOCALIZADO. JOSE ESTEVE GRAU.1986
- Web universidad de Sevilla: ocvus.us.es
- Programación del riego con tensiómetros. Alejandro M. de la fuente. Culiacan 25/5/16. Scientia tech asesoría.
- Escuela superior de ingenieros de Sevilla. Doc 1: Cálculo de la red de distribución de BIE´s
- Fenología en cultivos leñosos: Riego deficitario controlado en olivo y pistachero. María del Carmen Gijón López, David Pérez-Lopez, Julian Guerrero Villaseñor, Jose Francisco Couceiro López. Centro Agrario “El Chaparrillo”; Alfonso Moriana Elvira: Departamento de Ciencias Agroforestales de la Universidad de Sevilla.
- Variedades de pistachero adaptadas a Castilla-La Mancha. Centro Agrario “El Chaparrillo”.
- La recolección y el procesado del fruto en el pistachero. Centro Agrario “El Chaparrillo”, Consejería de Agricultura- Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha; Servicio de investigación y tecnología agraria.
- La operación de injerto en pistachero (*Pistacia vera*. L). Condicionantes en Castilla La Mancha. Julián Guerrero Villaseñor, Alfonso Moriana Elvira, José Francisco Couceiro López. Centro de Mejora Agraria “El Chaparrillo”.
- Pistacho (*Pistacia vera* L.), Arturo Lavín A; Marisol Reyes M; Patricio Almarza D.
- Rentabilidad del cultivo del pistachero: estudio económico de tres sistemas de explotación: secano, regadío y secano ecológico. Esaú Martínez Burgos, Housseem Memmi y David Pérez López. Centro Agrario “El Chaparrillo”, Junta de Comunidades de Castilla La Mancha; Universidad Politécnica de Madrid, EUIT Agrícolas.
- La adaptación del pistachero en las dos Castillas. Centro Agrario “El Chaparrillo”, Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural de la Junta de Comunidades de Castilla-LA Mancha.
- Revista Fruticultura: El Injerto de yema en *Pistacia terebinthus* L. como potainjerto del pistachero (*Pistacia vera* L). La influencia del vigor y la procedencia. J. Guerrero, J.F. Couceiro, M.C. Gijón, A. Moriana, A. Rivero. C.A “El Chaparrillo”, EUNITA Universidad de Sevilla.
- Revista Fruticultura: El pistachero en Castilla La Mancha. Primeros resultados. El cultivo en secano. Julián Guerrero Villaseñor; Mª. Carmen Gijón López; Alfonso Moriana Elvira; Ana Rivero Rincón; José Fco. Couceiro López. Centro Agrario “El Chaparrillo”- Junta de Comunidades de Castilla La Mancha. EUITA Universidad de Sevilla.

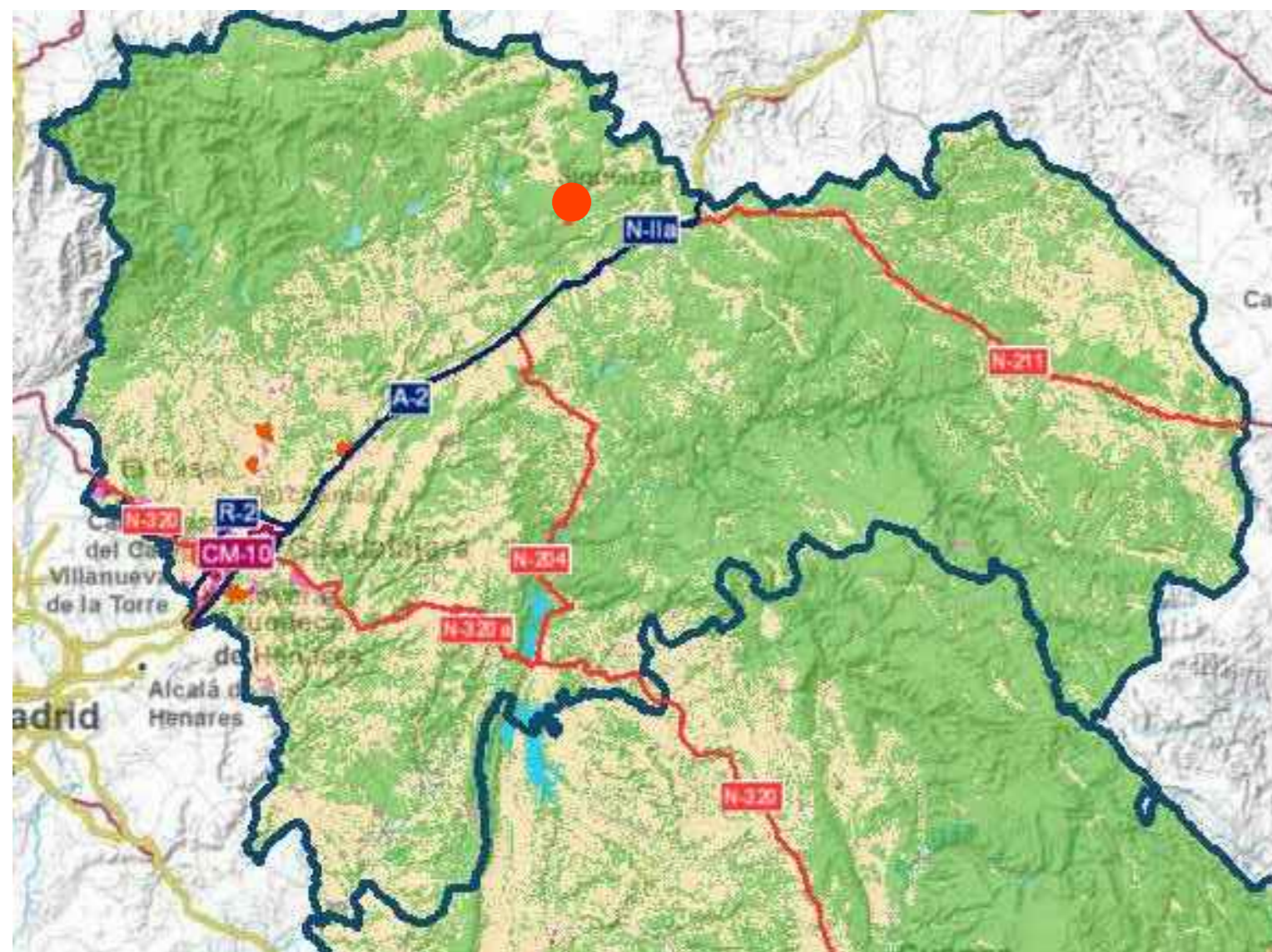
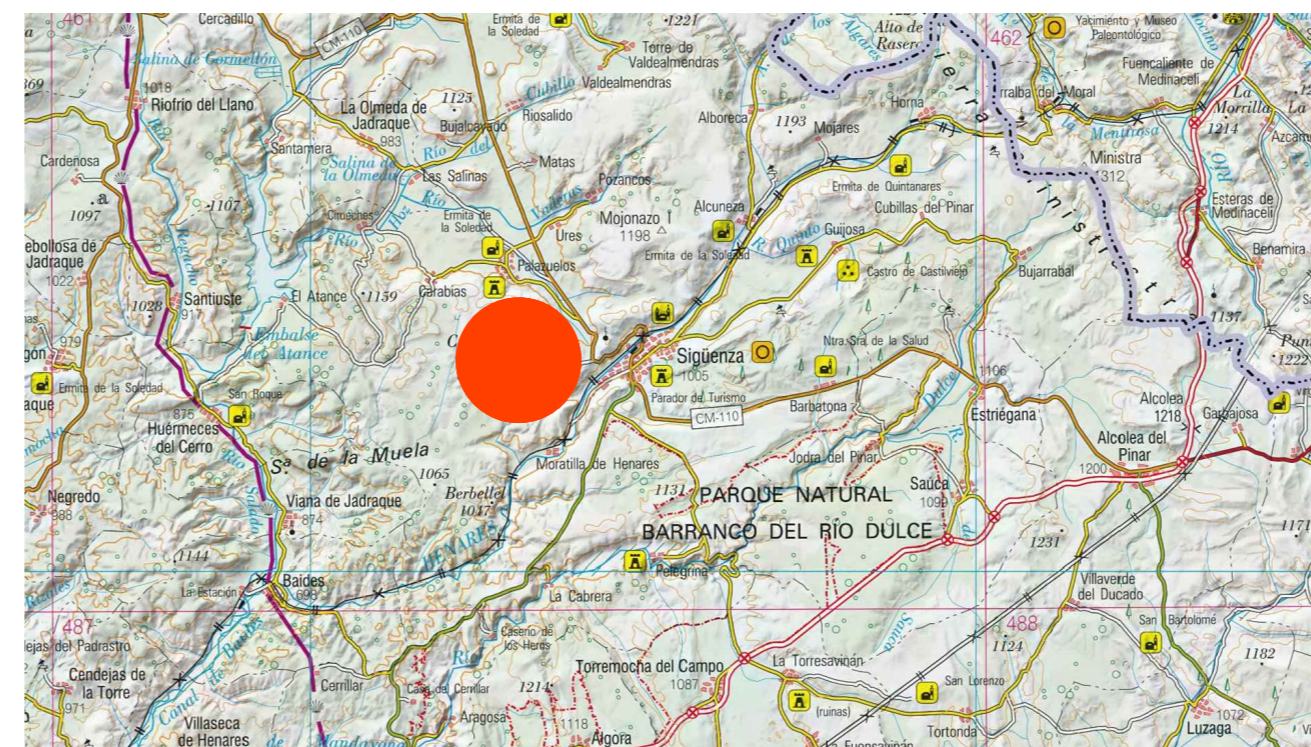
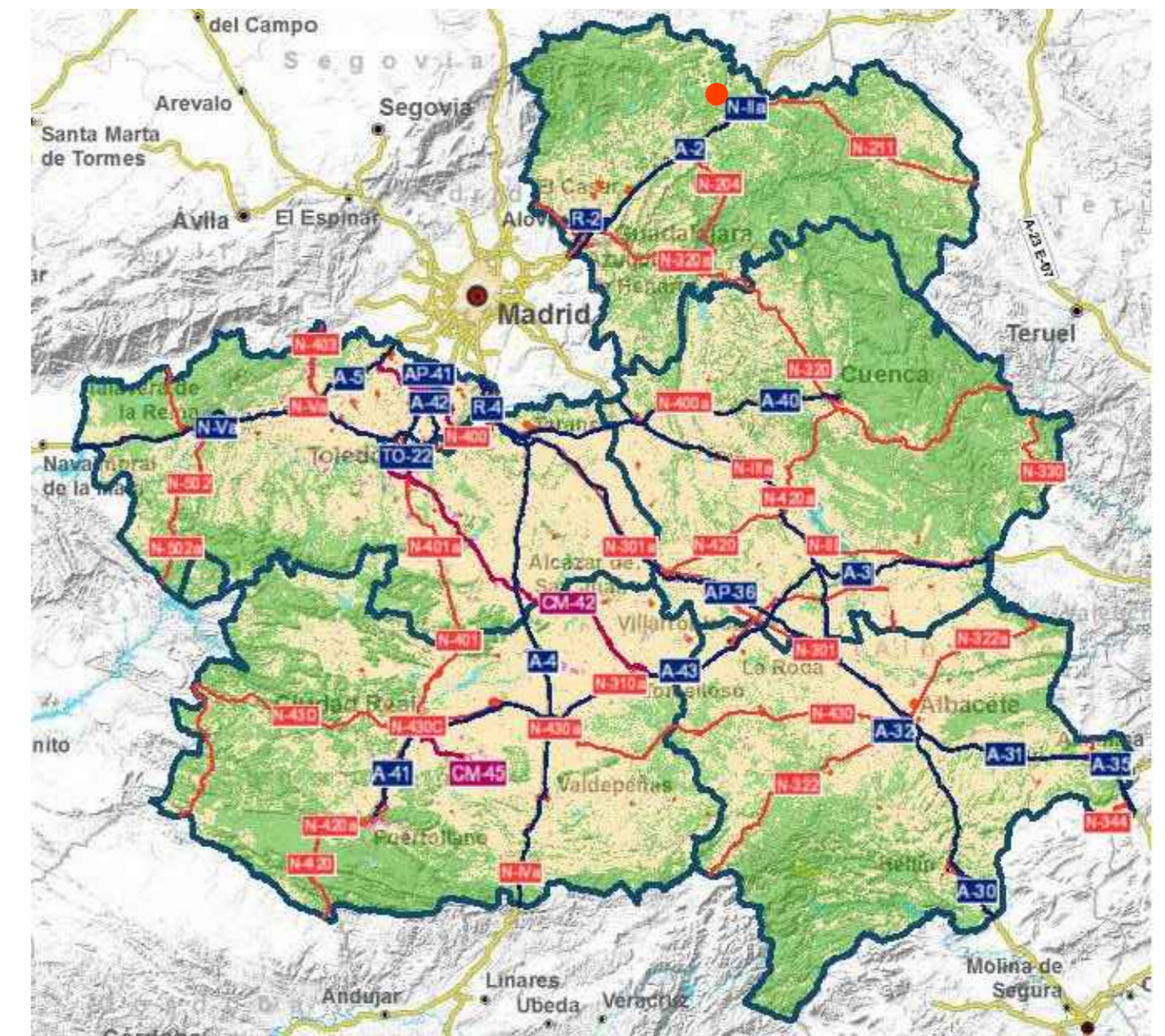
- Revista Fruticultura: El pistachero: elección de variedad y portainjerto en Castilla La Mancha. Julian Guerrero; Alfonso Moriana; José F. López; M<sup>a</sup> Ángeles Mendiola; M<sup>a</sup> Carmen Gijón. Centro de mejora Agraria “El Chaparrillo”; ETSI Agrónomos: Universidad Politécnica de Madrid.
- Factores que favorecen el prendimiento del injerto en pistachero. Centro Agrario “El Chaparrillo”.
- El pistachero en Castilla-La Mancha, primeros resultados. Julián Guerrero Villaseñor; Alfonso Moriana Elvira; José Fco. Couceiro López. Centro de Mejora Agraria “El Chaparrillo” (Ciudad Real)- Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- Breve y sencilla guía para el establecimiento de una plantación de pistacheros. Centro Agrario “El Chaparrillo”; Consejería de Agricultura- Junta de Comunidades de Castilla La Mancha- Servicio de Investigación, Formación y Tecnología Agraria.
- Caracterización de las comarcas agrarias de España. Tomo 21: Provincia de Guadalajara. Jesús Fernández. Grupo de Agroenergética de la ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. MAGRAMA.
- Padrón municipal de 2017.



## **DOCUMENTO N°2: PLANOS**

## ÍNDICE DE PLANOS

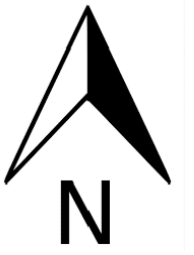
- PLANO N°1: SITUACIÓN.
- PLANO N°2: EMPLAZAMIENTO.
- PLANO N°3: DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS.
- PLANO N°4: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LAS CONSTRUCCIONES.
- PLANO N°5: ALZADOS DE LA NAVE.
- PLANO N°6: ALZADOS DE LA CASETA DE RIEGO.
- PLANO N°7: CIMENTACIÓN.
- PLANO N°8: ESTRUCTURA.
- PLANO N°9: ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA.
- PLANO N°10: CUBIERTA.
- PLANO N°11: INSTALACIÓN ELÉCTRICA NAVE.
- PLANO N°12: SECTORES DE RIEGO.
- PLANO N°13: DISPOSICIÓN DE TUBERÍAS.
- PLANO N°14: PIEZAS ESPECIALES DEL SISTEMA DE RIEGO.
- PLANO N°15: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL RIEGO.
- PLANO N°16: ESQUEMAS UNIFILARES.



# **PLANO N°1: SITUACIÓN.**



|                                                                                                                   |                                                                                   |                                                                                                                                   |                     |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                                                   | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |                     |  |
| <b>TÍTULO:</b> PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA). |                                                                                   |                                                                                                                                   |                     |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b> SIGÜENZA (GUADALAJARA)                                                                       |                                                                                   | <b>ESCALA:</b> VARIAS                                                                                                             |                     |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 12/06/2019<br><b>FIRMA:</b> DANIEL MUÑOZ SOPEÑA<br><b>ALUMNO:</b> SOPEÑA                            | <b>DENOMINACIÓN:</b> PLANO DE SITUACIÓN NACIONAL, REGIONAL, PROVINCIAL Y COMARCAL |                                                                                                                                   | <b>PLANO N.º:</b> 1 |                                                                                       |

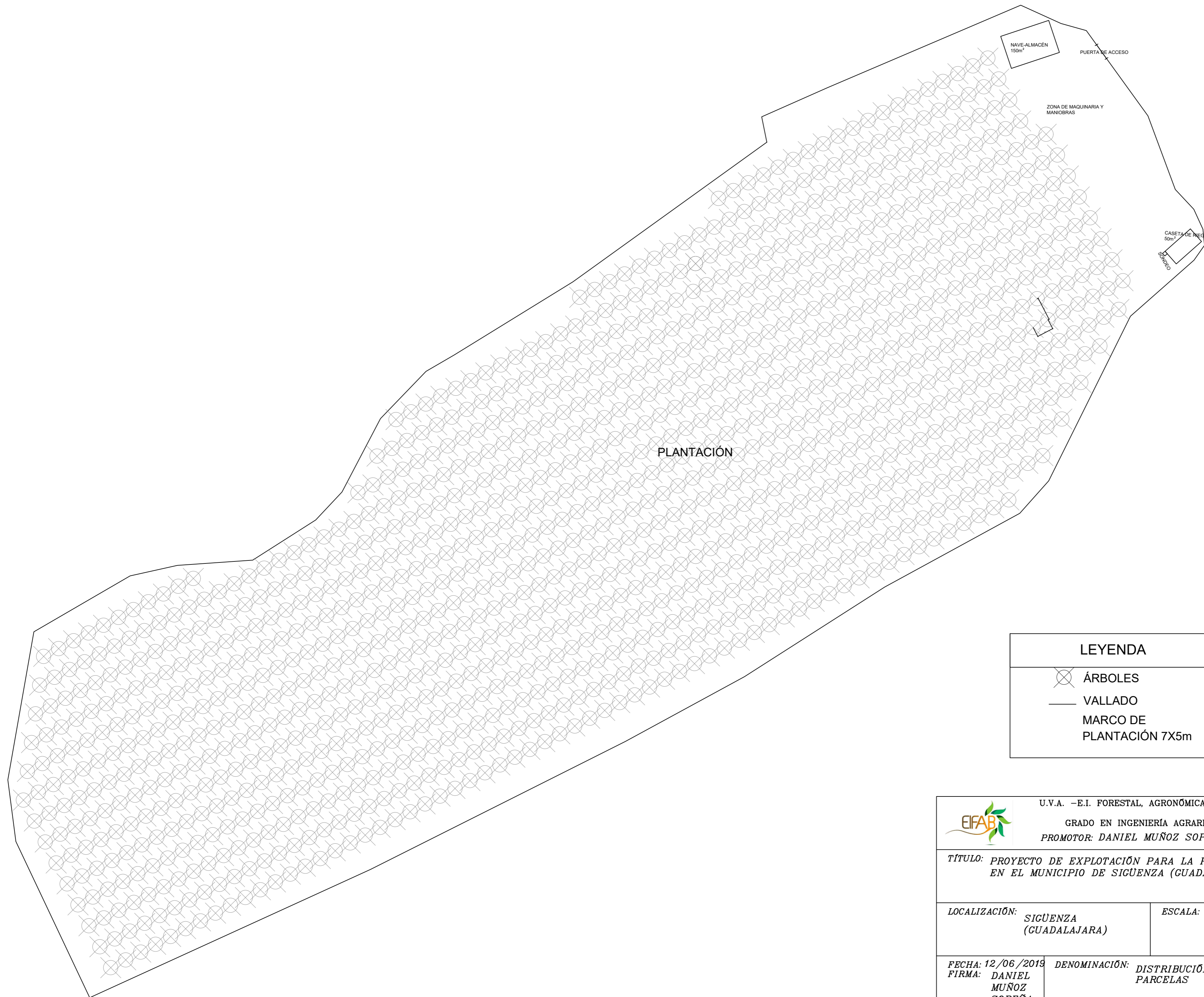
## **PLANO N°2: EMPLAZAMIENTO**





|                                                                                                            |                                                      |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA |  |
|                                                                                                            | GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA             |                                                                                       |
|                                                                                                            | PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA                        |                                                                                       |
| TÍTULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGUENZA (GUADALAJARA). |                                                      |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: SIGUENZA (GUADALAJARA)                                                                       | ESCALA: 1:750                                        |                                                                                       |
| FECHA: 12/06/2019<br>FIRMA: DANIEL MUÑOZ<br>ALUMNO: SOPEÑA                                                 | DENOMINACIÓN: PLANO DE EMPLAZAMIENTO                 | PLANO N°:<br>2                                                                        |



# **PLANO N°3: DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS.**



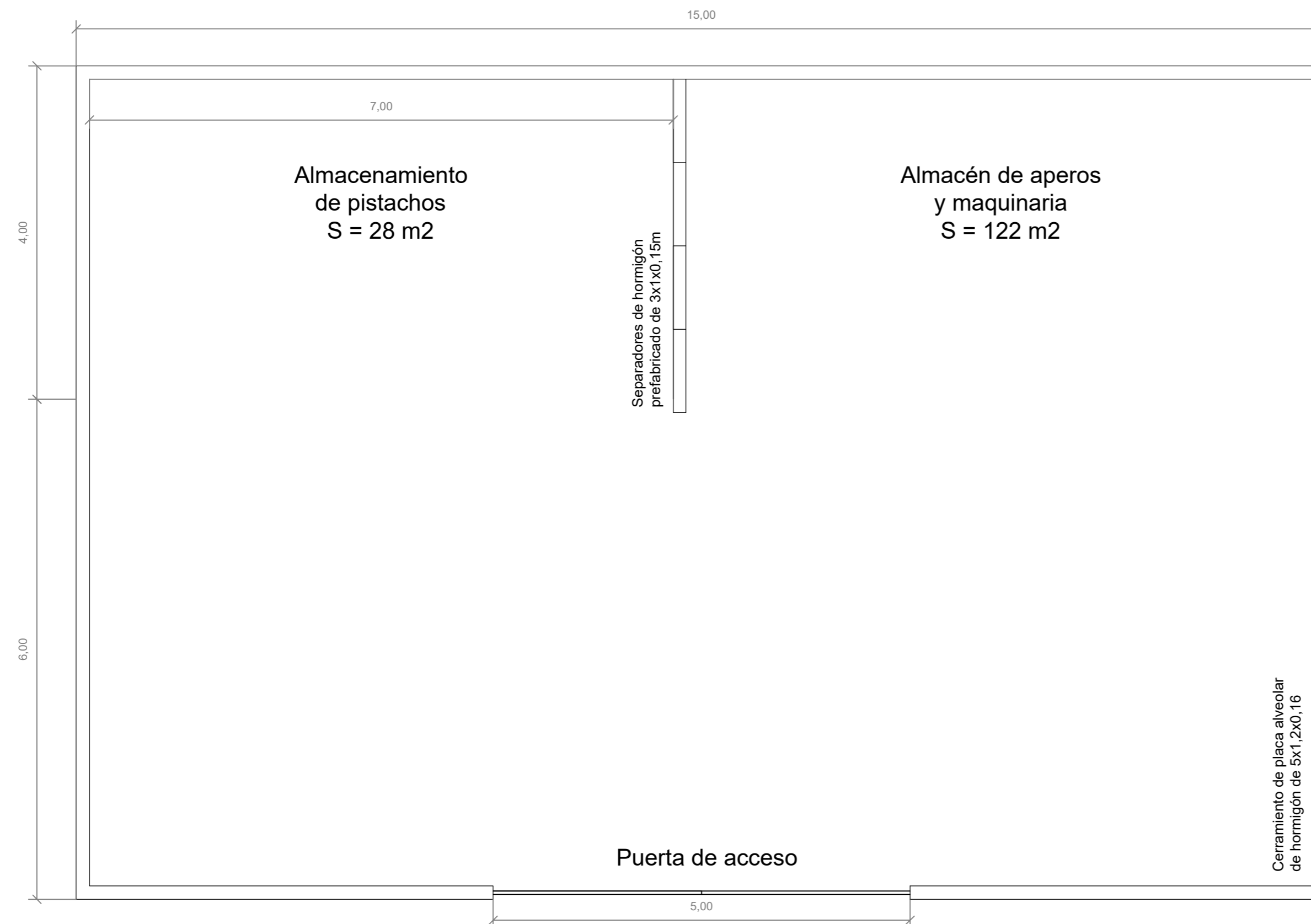
| LEYENDA |                          |
|---------|--------------------------|
|         | ÁRBOLES                  |
|         | VALLADO                  |
|         | MARCO DE PLANTACIÓN 7X5m |

|                                                                                       |                                                                                                                                   |                      |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |                      |  |
|                                                                                       | <b>TÍTULO:</b> PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA).                 |                      |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b> SIGÜENZA (GUADALAJARA)                                           |                                                                                                                                   | <b>ESCALA:</b> 1:750 |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 12/06/2019<br><b>FIRMA:</b> DANIEL MUÑOZ<br><b>ALUMNO:</b> SOPEÑA       | <b>DENOMINACIÓN:</b> DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS                                                                                     |                      | <b>PLANO N°:</b><br><b>3</b>                                                          |



**PLANO N°4: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LAS  
CONSTRUCCIONES.**



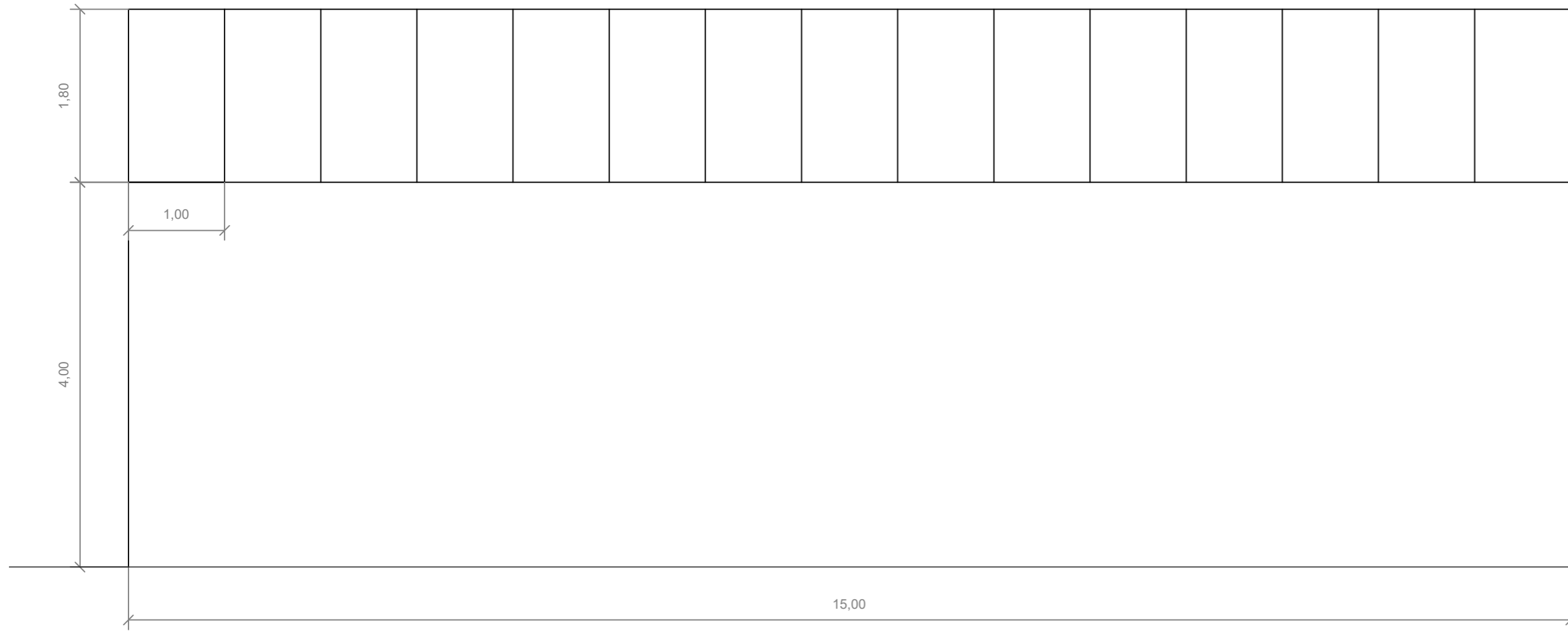
CASETA DE RIEGO E: 1/50



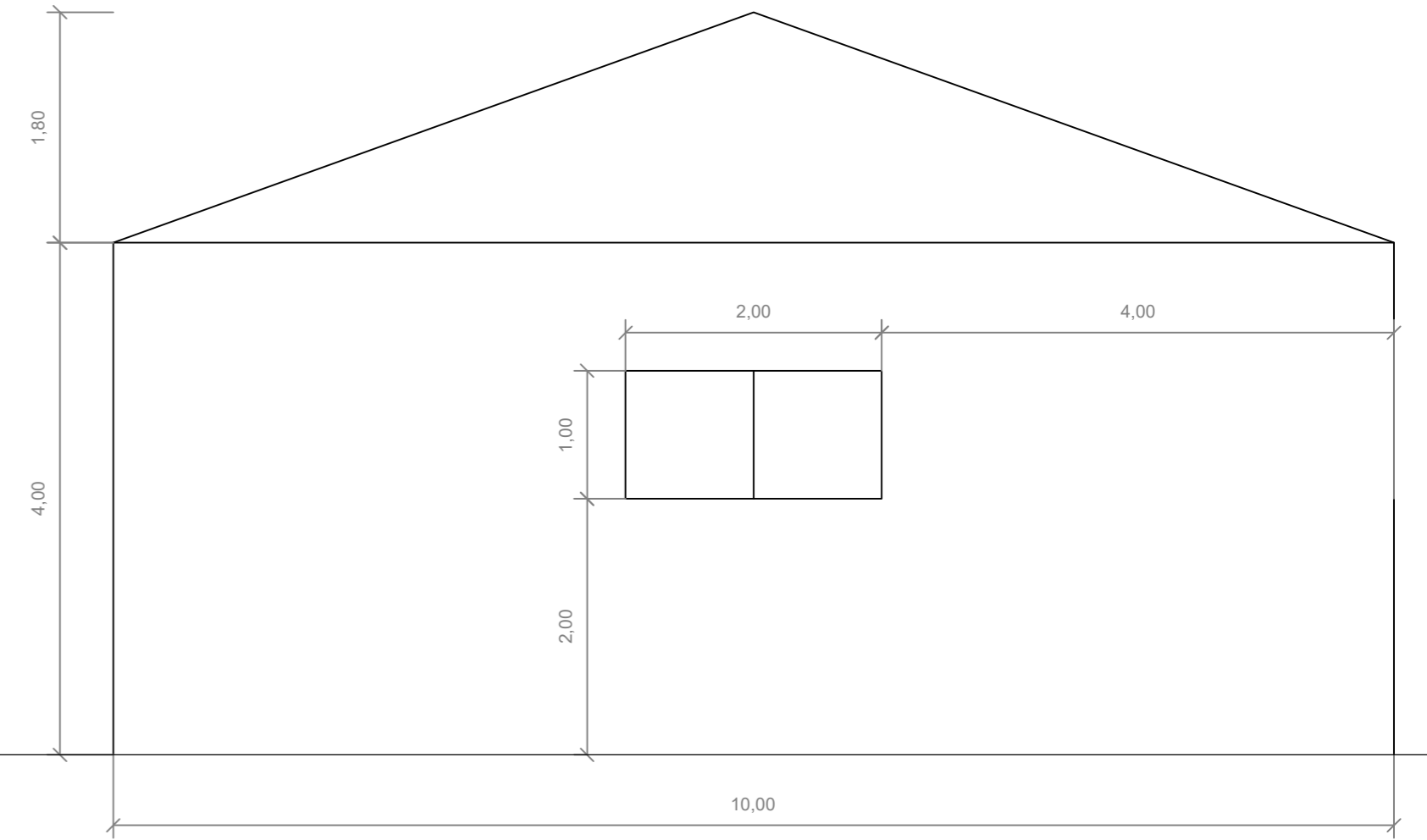
NAVE ALMACÉN E: 1/50

|                                                                                       |                                                                                                                                   |                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |                |  |
|                                                                                       | TÍTULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA).                        |                |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: SIGÜENZA (GUADALAJARA)                                                  |                                                                                                                                   | ESCALA: VARIAS |                                                                                       |
| FECHA: 12/06/2019<br>FIRMA: DANIEL MUÑOZ<br>ALUMNO: SOPEÑA                            | DENOMINACIÓN: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LAS CONSTRUCCIONES                                                                        |                | PLANO N°:<br>4                                                                        |

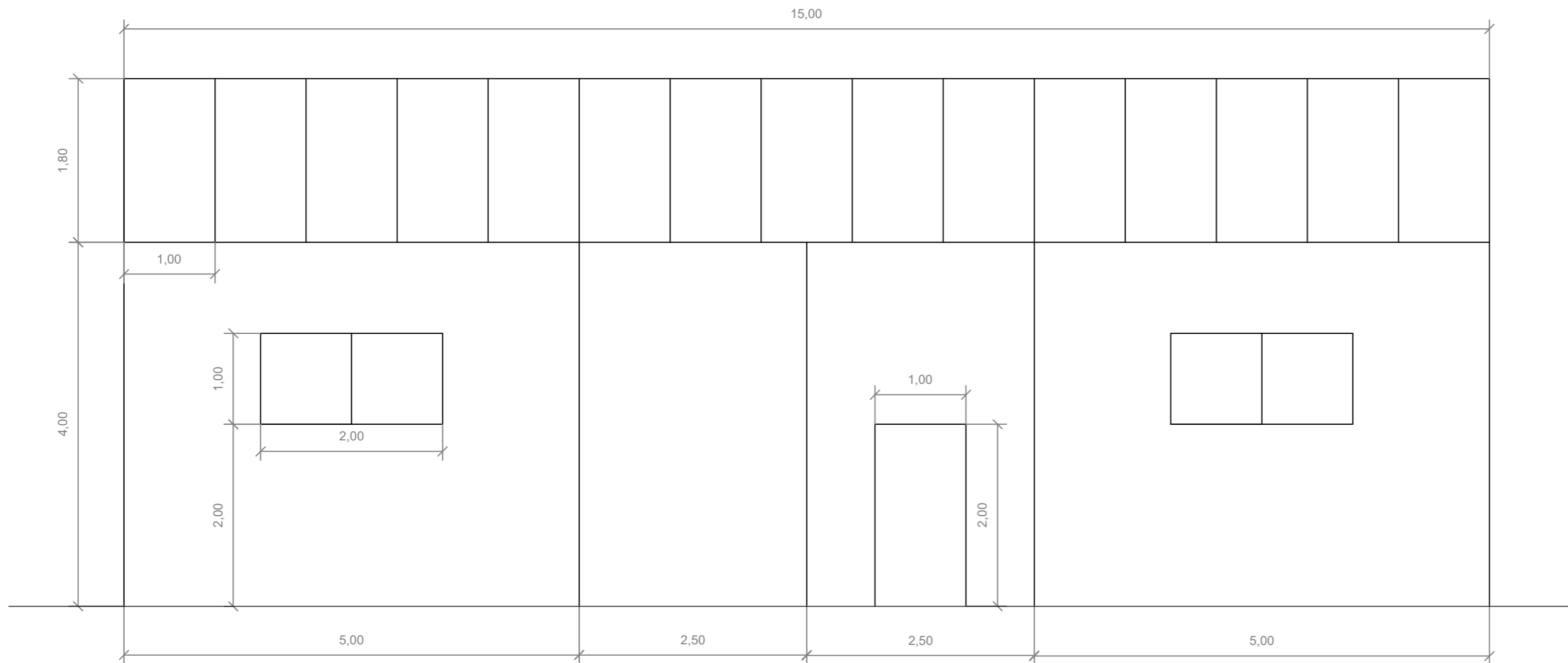
## **PLANO N°5: ALZADOS DE LA NAVE.**



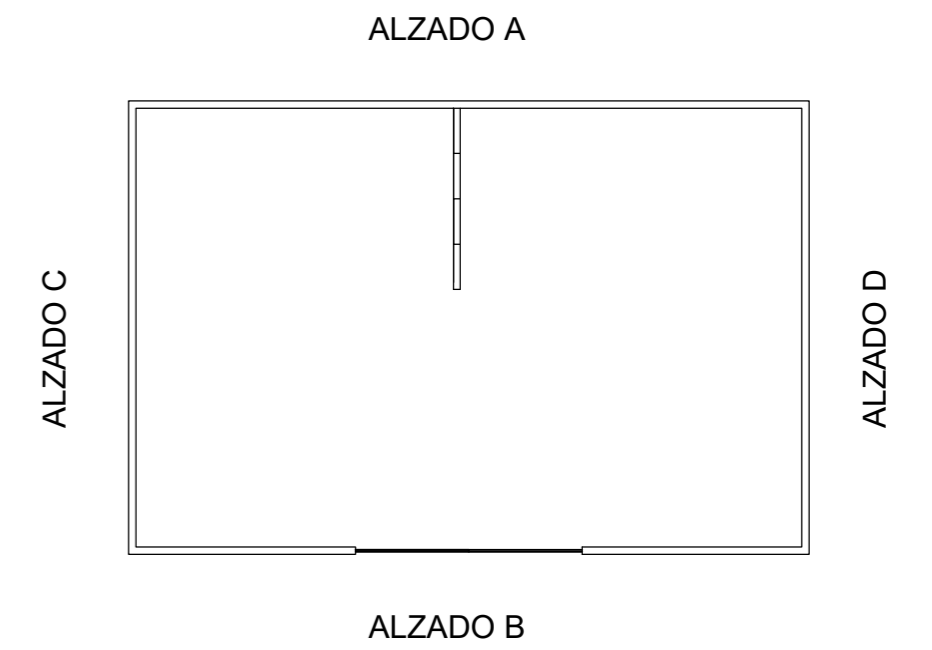
ALZADO A





ALZADO C Y D

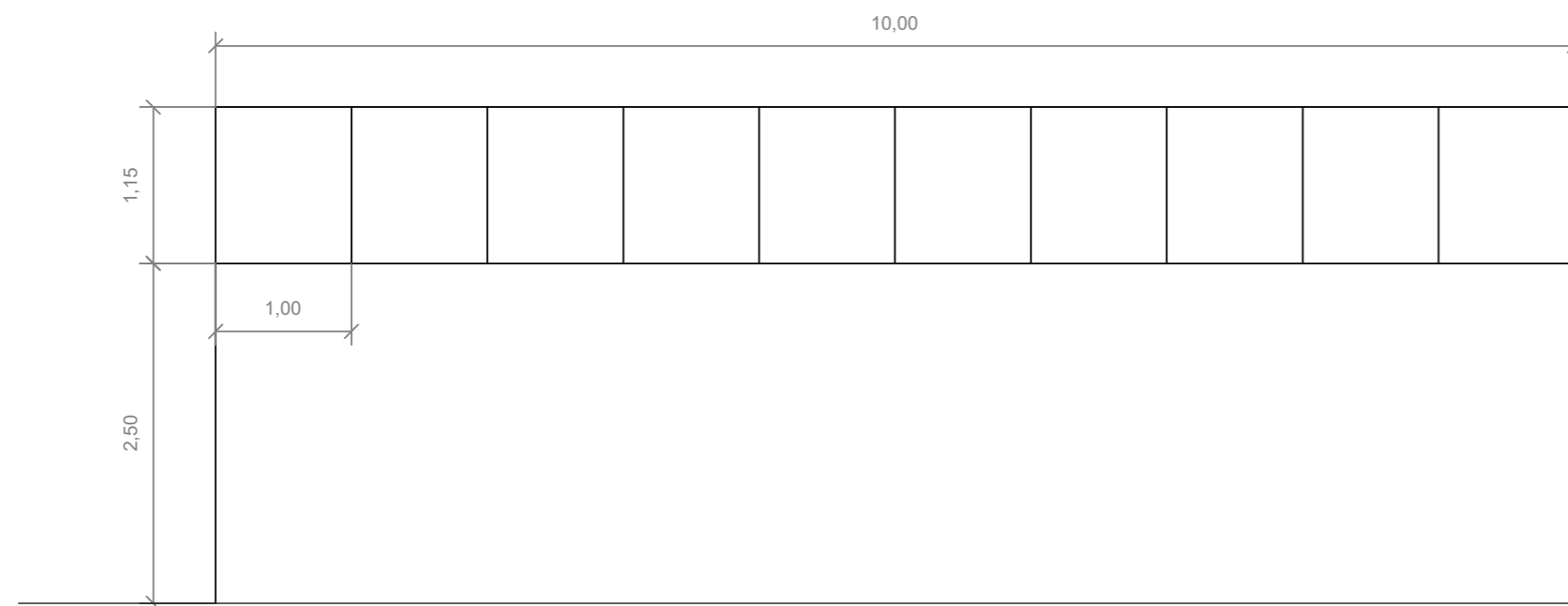


ALZADO B

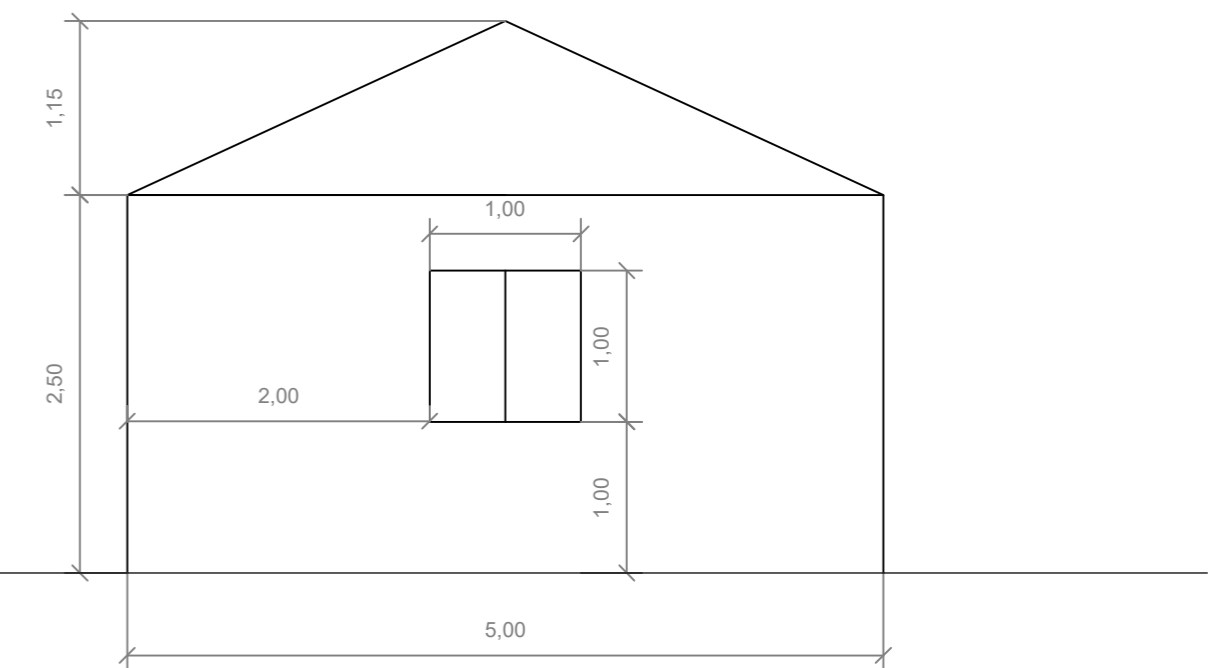


|                                                                                       |                                                                                                                                   |                     |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | U.V.A. –E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |                     |  |
|                                                                                       | <b>TÍTULO:</b> PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA).                 |                     |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b> SIGÜENZA (GUADALAJARA)                                           |                                                                                                                                   | <b>ESCALA:</b> 1/50 |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 12/06/2019<br><b>FIRMA:</b> DANIEL MUÑOZ<br><b>ALUMNO:</b> SOPEÑA       | <b>DENOMINACIÓN:</b> ALZADOS DE FACHADAS: NAVE                                                                                    |                     | <b>PLANO N°:</b><br>5                                                                 |

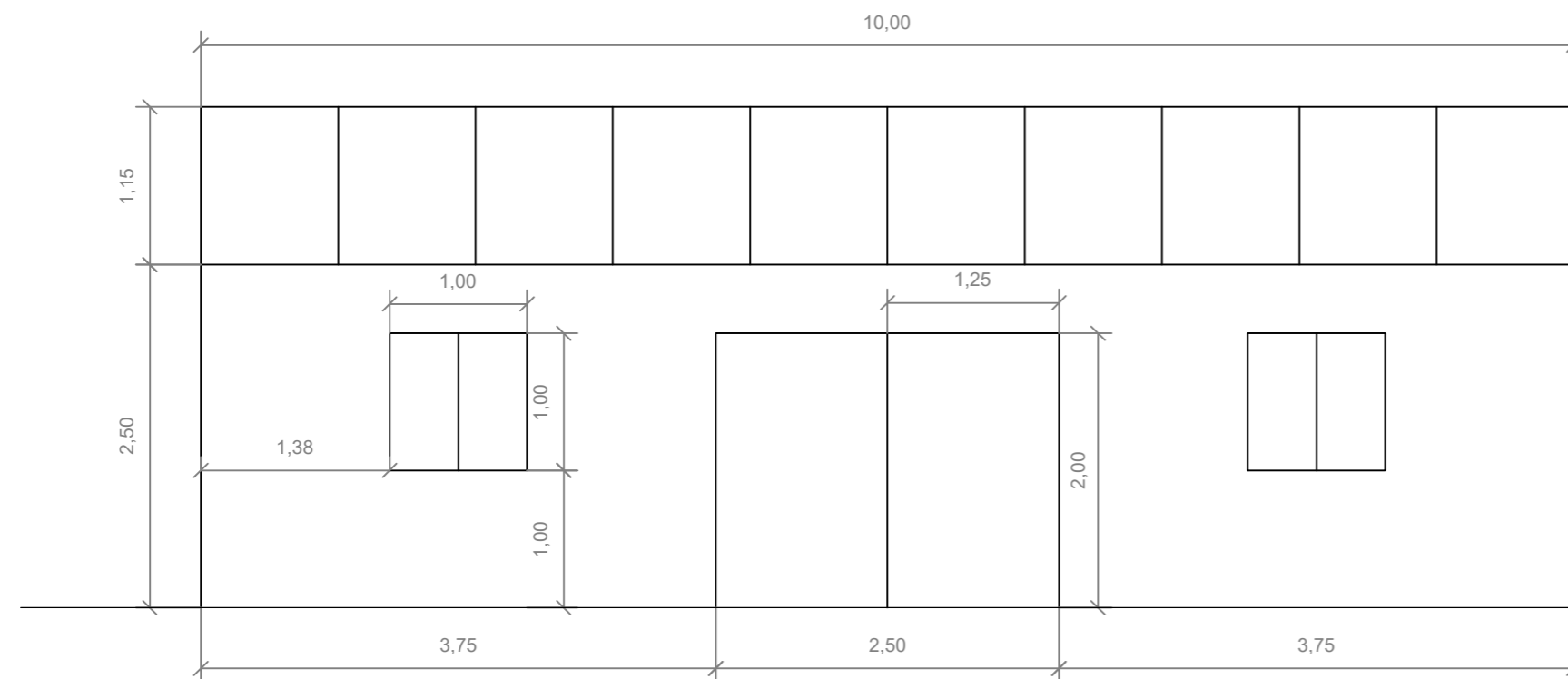
**PLANO N°6: ALZADOS DE LA CASETA DE  
RIEGO.**



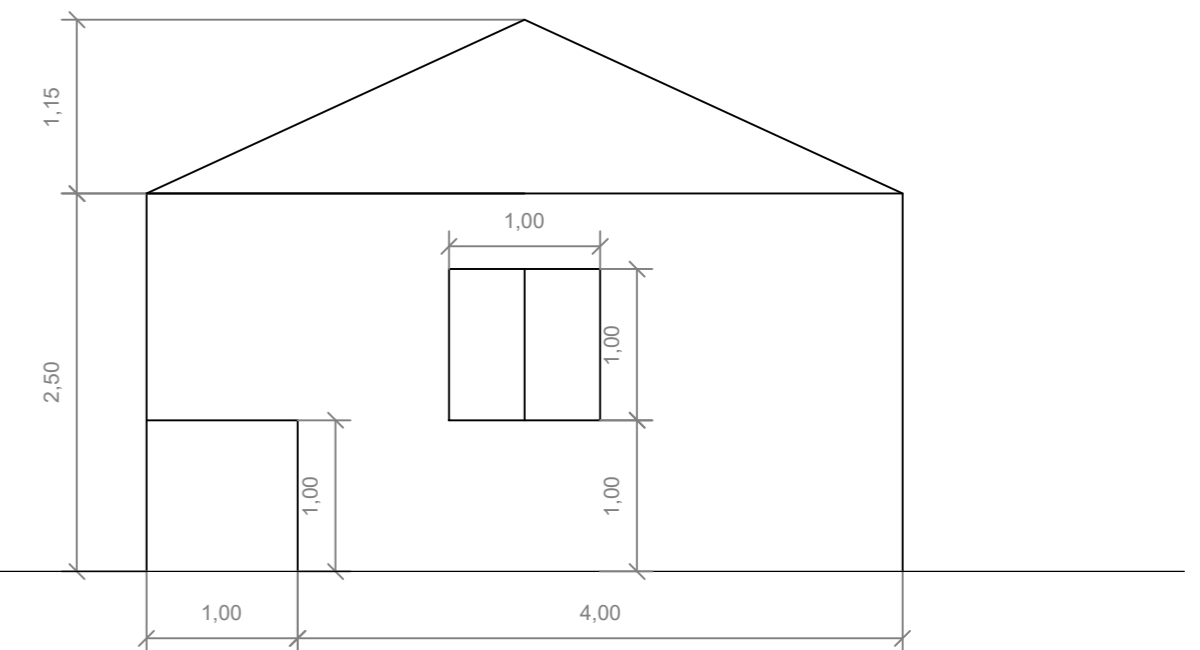
ALZADO A



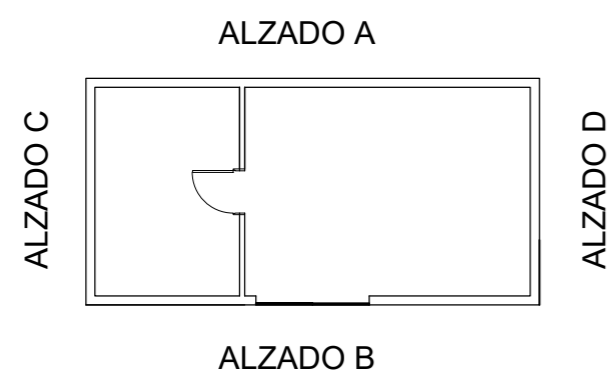
ALZADO C





ALZADO B



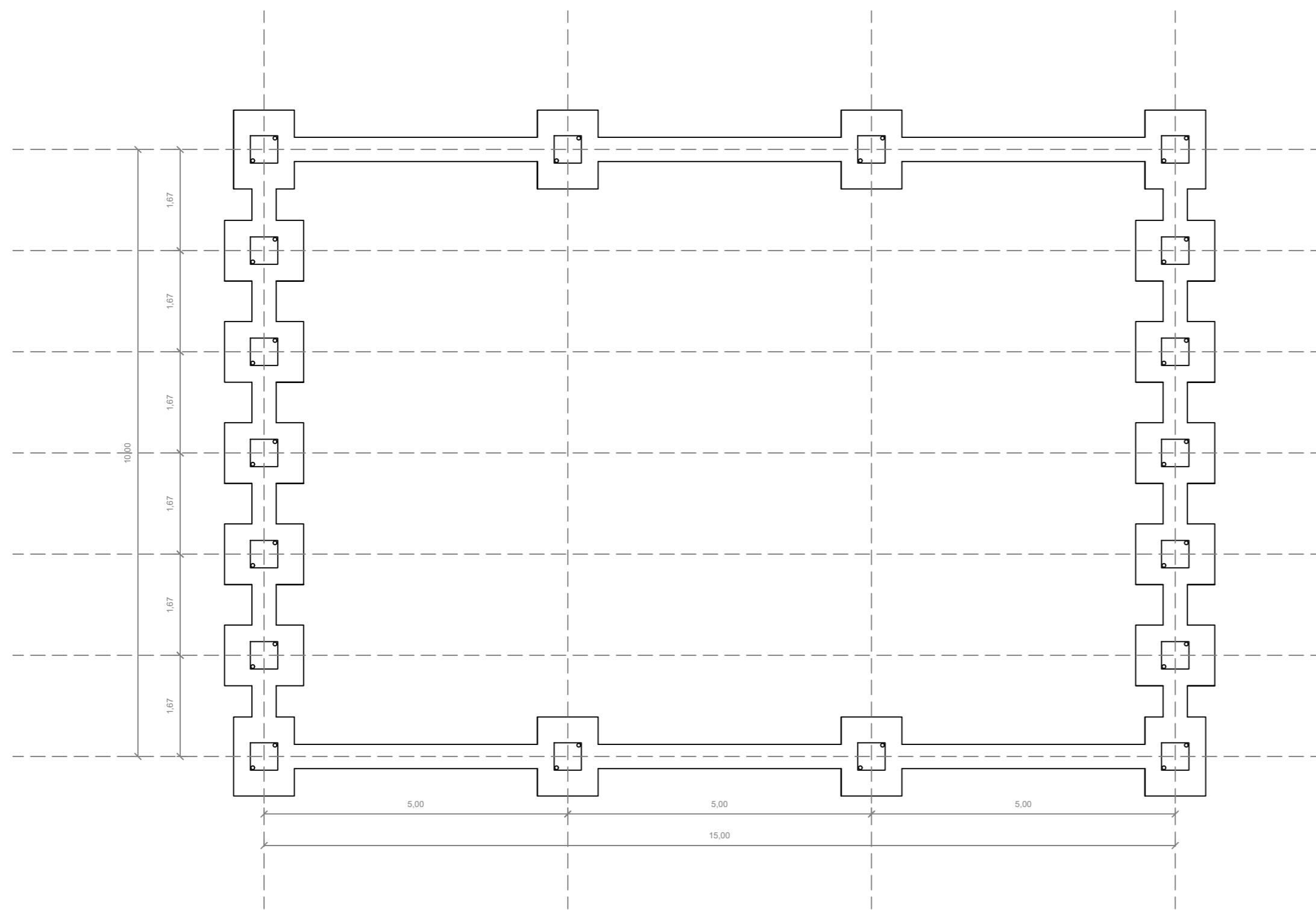
ALZADO D



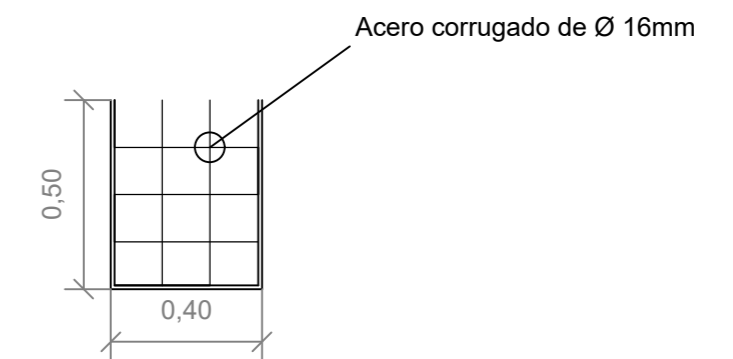
|                                                                                                            |  |                                                                                                                                   |              |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |  | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |              |  |
| TÍTULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA). |  |                                                                                                                                   |              |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: SIGÜENZA (GUADALAJARA)                                                                       |  |                                                                                                                                   | ESCALA: 1/50 |                                                                                       |
| FECHA: 12/06/2019<br>FIRMA: DANIEL MUÑOZ MUÑOZ<br>ALUMNO: SOPEÑA                                           |  | DENOMINACIÓN: ALZADOS DE FACHADAS: CASETA DE RIEGO                                                                                |              | PLANO N°:<br><b>6</b>                                                                 |



# **PLANO N°7: CIMENTACIÓN.**

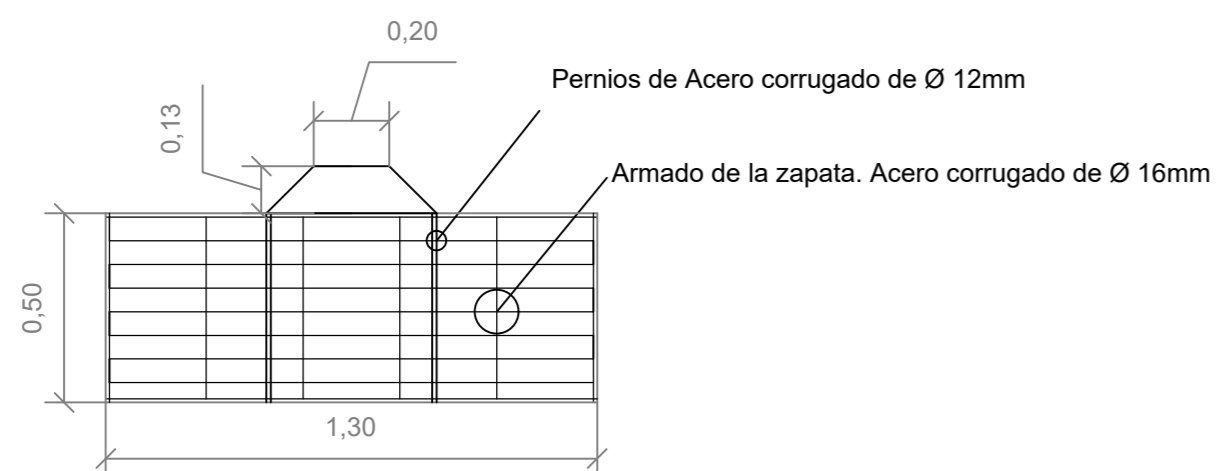


CIMENTACIÓN E: 1/75

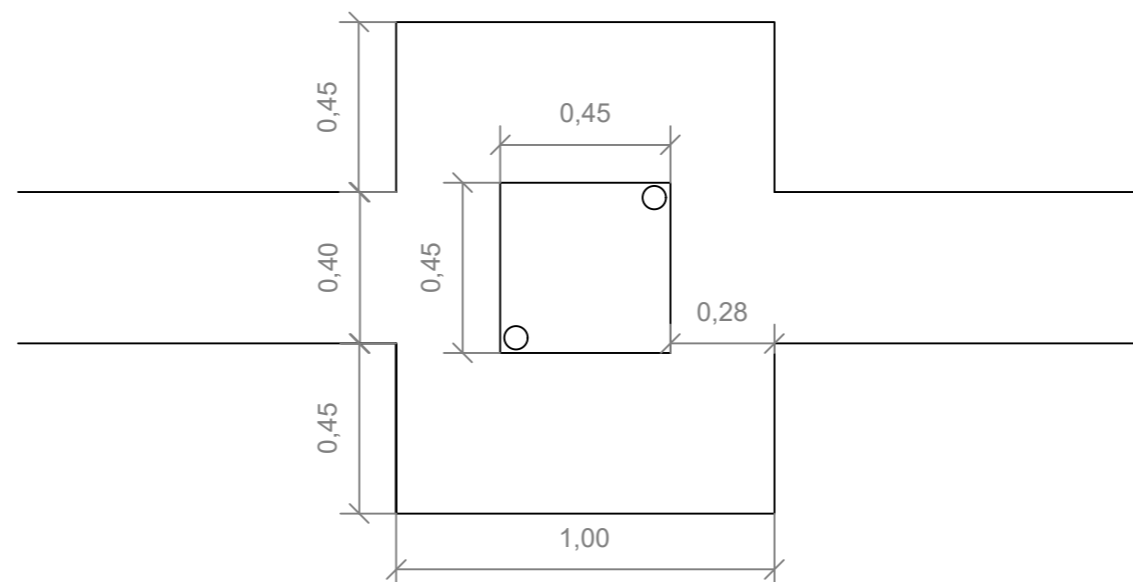


DETALLE: ZUNCHO ATADO DE ZAPATAS  
E:1/20



| CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS |                                        |                                                                                                                                                      |
|-------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PARTE                         | MATERIAL                               | CARACTERÍSTICAS                                                                                                                                      |
| PLACA BASE ANCLAJE            | ACERO UNE-EN 10025 S275JR 20mm espesor | Placa prefabricada de 450x450x20mm con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080B500s de 50cm de longitud y diámetro 12mm                             |
| ZAPATAS                       | HORMIGÓN HA-40/B/IIa                   | Con armadura hecha en obra de acero UNE-EN 10080B500s                                                                                                |
| ZUNCHOS DE ATADO              | HORMIGÓN HA-40/B/IIa                   | Con armadura hecha en obra de acero UNE-EN 10080B500s en forma de barras de 16mm de diámetro, resultando 8 barras en el eje X y 5 barras en el eje Y |



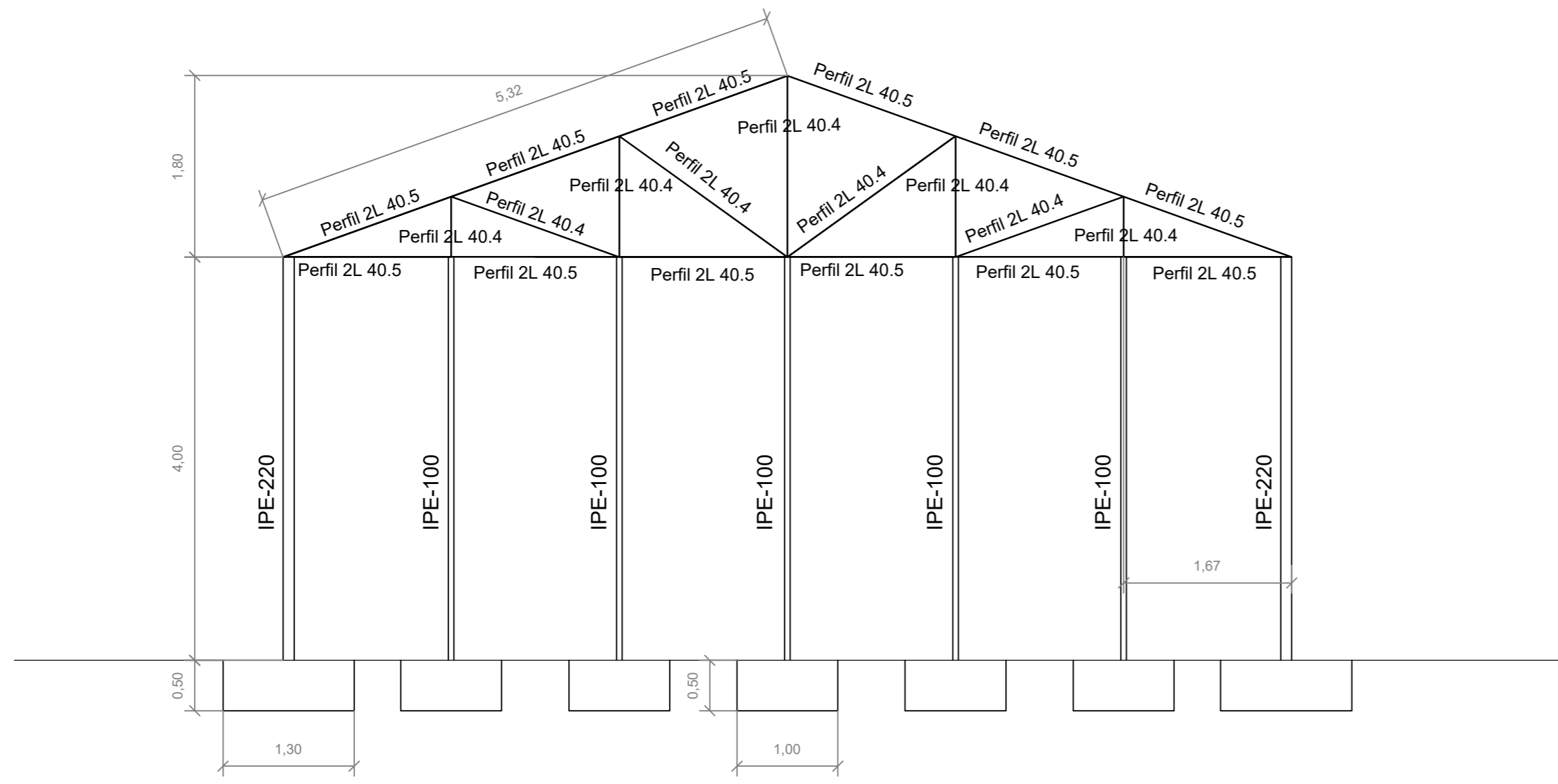
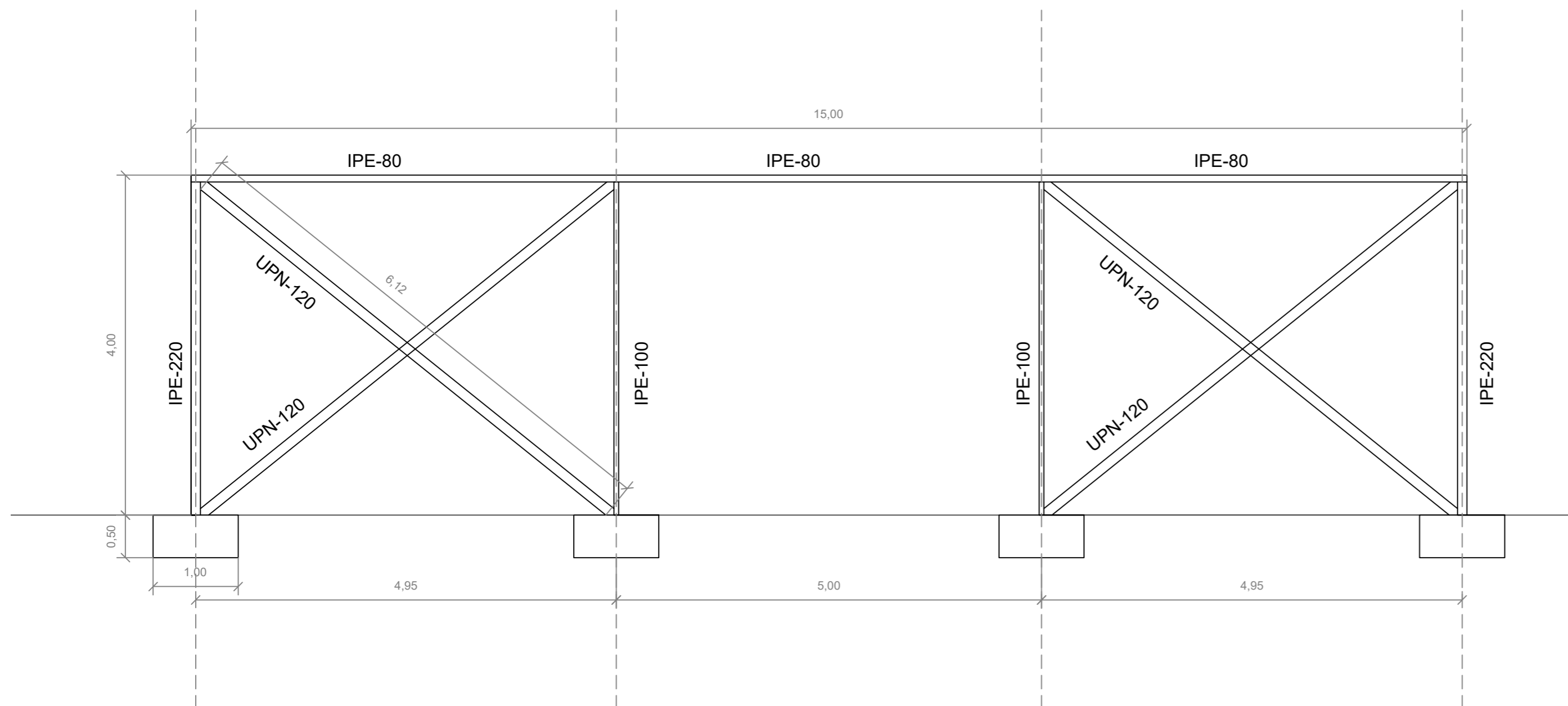
DETALLE: ALZADO PLACA ANCLAJE, ZAPATA Y ARMADO  
E:1/20



DETALLE: PLANTA PLACA ANCLAJE Y ZAPATA  
E:1/20



|                                                                                       |                                                                                                                                   |                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |                |  |
|                                                                                       | TÍTULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA).                        |                |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: SIGÜENZA (GUADALAJARA)                                                  |                                                                                                                                   | ESCALA: VARIAS |                                                                                       |
| FECHA: 12/06/2019<br>FIRMA: DANIEL MUÑOZ<br>ALUMNO: SOPEÑA                            | DENOMINACIÓN: CIMENTACIÓN                                                                                                         |                | PLANO N°:<br>7                                                                        |

## **PLANO Nº8. ESTRUCTURA.**

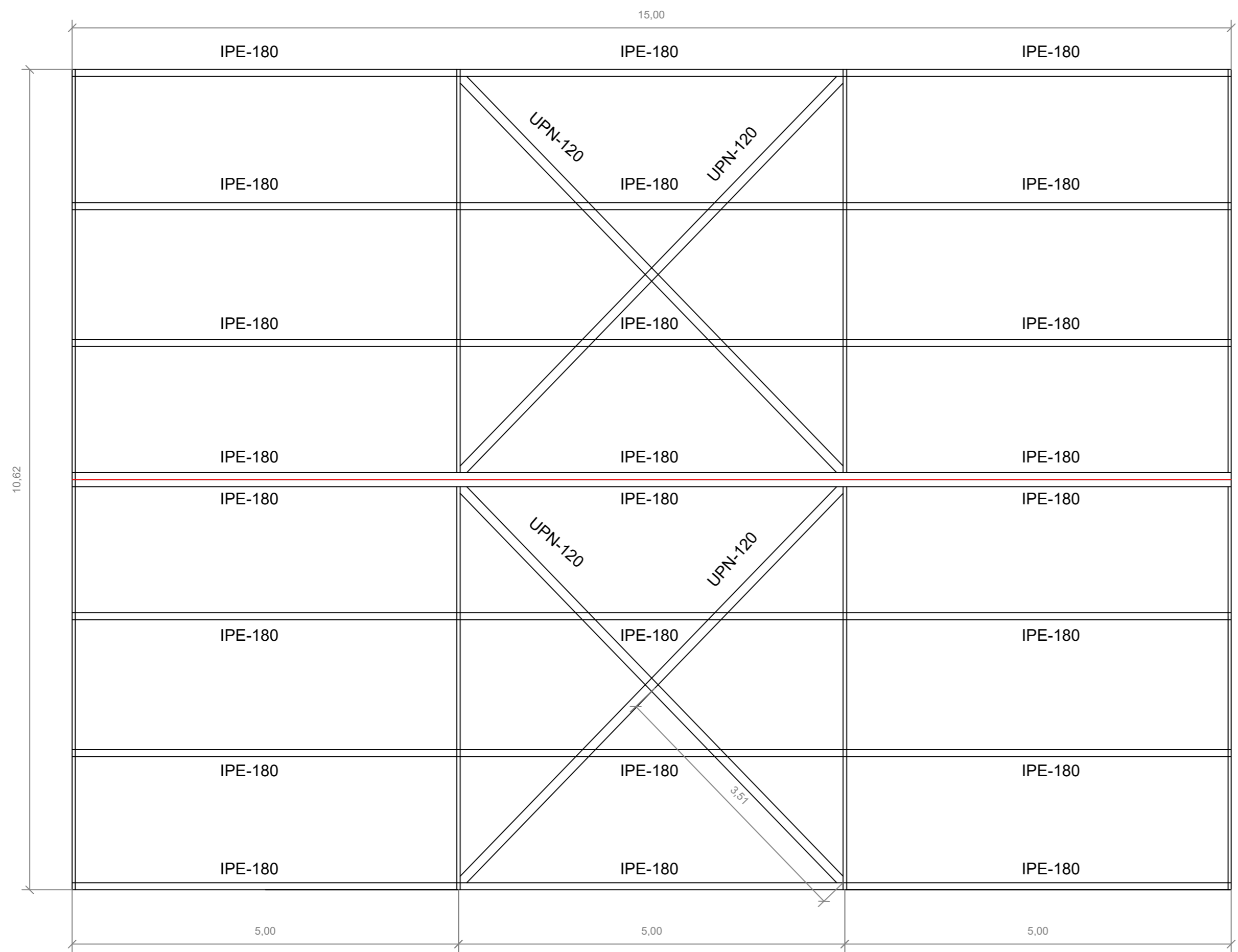


### CARACTERÍSTICAS DEL ACERO

- PILARES ESQUINAS: PERFIL IPE-220 ACERO UNE-EN 10025 S275JR
- PILARES : PERFIL IPE-100 ACERO UNE-EN 10025 S275JR
- CORREAS DE CUBIERTA: PERFIL IPE-180 ACERO UNE-EN 10025 S275JR
- CERCHA (PARES): PERFIL 2L-40.5 ACERO UNE-EN 10025 S275JR
- CERCHA (TIRANTES): PERFIL 2L-40.5 ACERO UNE-EN 10025 S275JR
- CERCHA (DIAGONALES): PERFIL 2L-40.4 ACERO UNE-EN 10025 S275JR
- CERCHA (MONTANTES): PERFIL 2L-40.4 ACERO UNE-EN 10025 S275JR
- ARRIOSTRAMIENTOS: PERFIL UPN-120 ACERO UNE-EN 10025 S275JR
- DINTELES: PERFIL IPE-80 ACERO UNE-EN 10025 S275JR

|                                                                                                                   |                                                                                                                                   |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGETICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |  |
| <b>TÍTULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA).</b> |                                                                                                                                   |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: SIGÜENZA (GUADALAJARA)                                                                              | ESCALA: E: 1/50                                                                                                                   |                                                                                       |
| FECHA: 12/06/2019<br>FIRMA: DANIEL MUÑOZ<br>ALUMNO: SOPEÑA                                                        | DENOMINACIÓN: ESTRUCTURAS                                                                                                         | PLANO N°:<br><span style="font-size: 2em;">8</span>                                   |

## **PLANO N°9: ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA.**



U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
 GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA  
 PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA



TÍTULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA).

LOCALIZACIÓN: SIGÜENZA (GUADALAJARA)

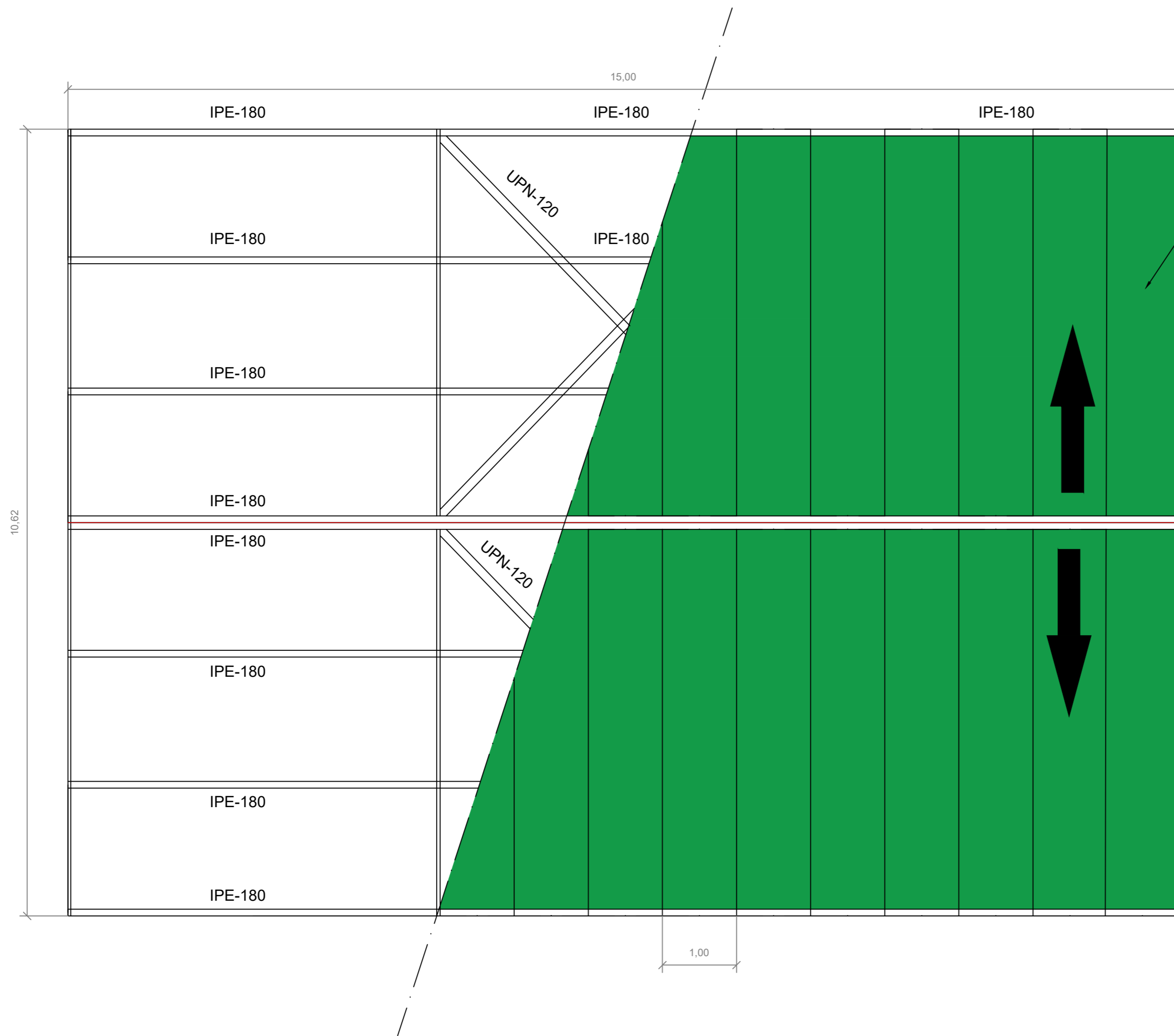
ESCALA: E: 1/50

FECHA: 12/06/2019  
 FIRMA: DANIEL MUÑOZ  
 ALUMNO: SOPEÑA

DENOMINACIÓN: ESTRUCTURA CUBIERTA

PLANO N°: 9

## **PLANO Nº 10: CUBIERTA.**



Panel sandwich  
de 30mm de espesor  
y color verde

Pendiente: 20%

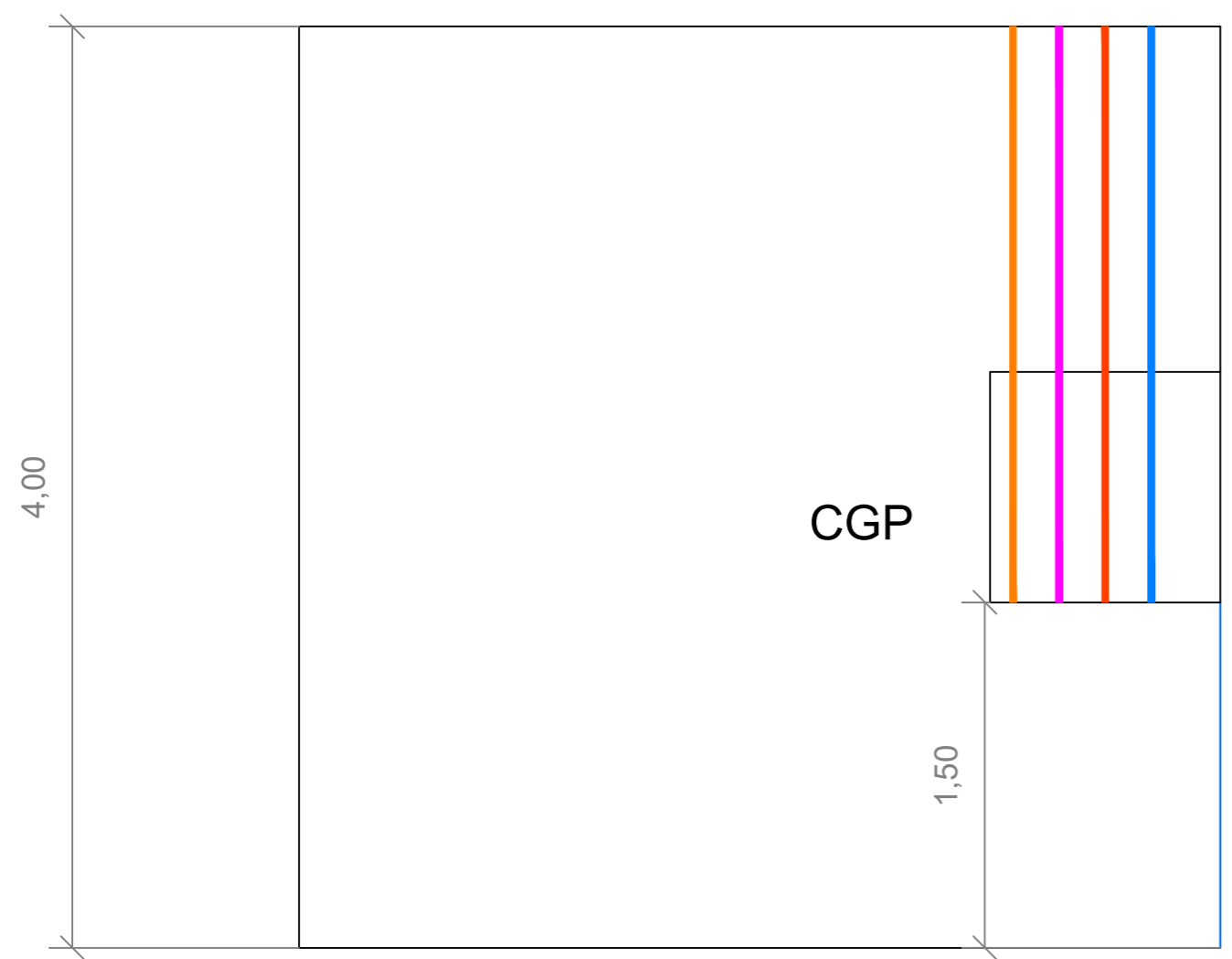
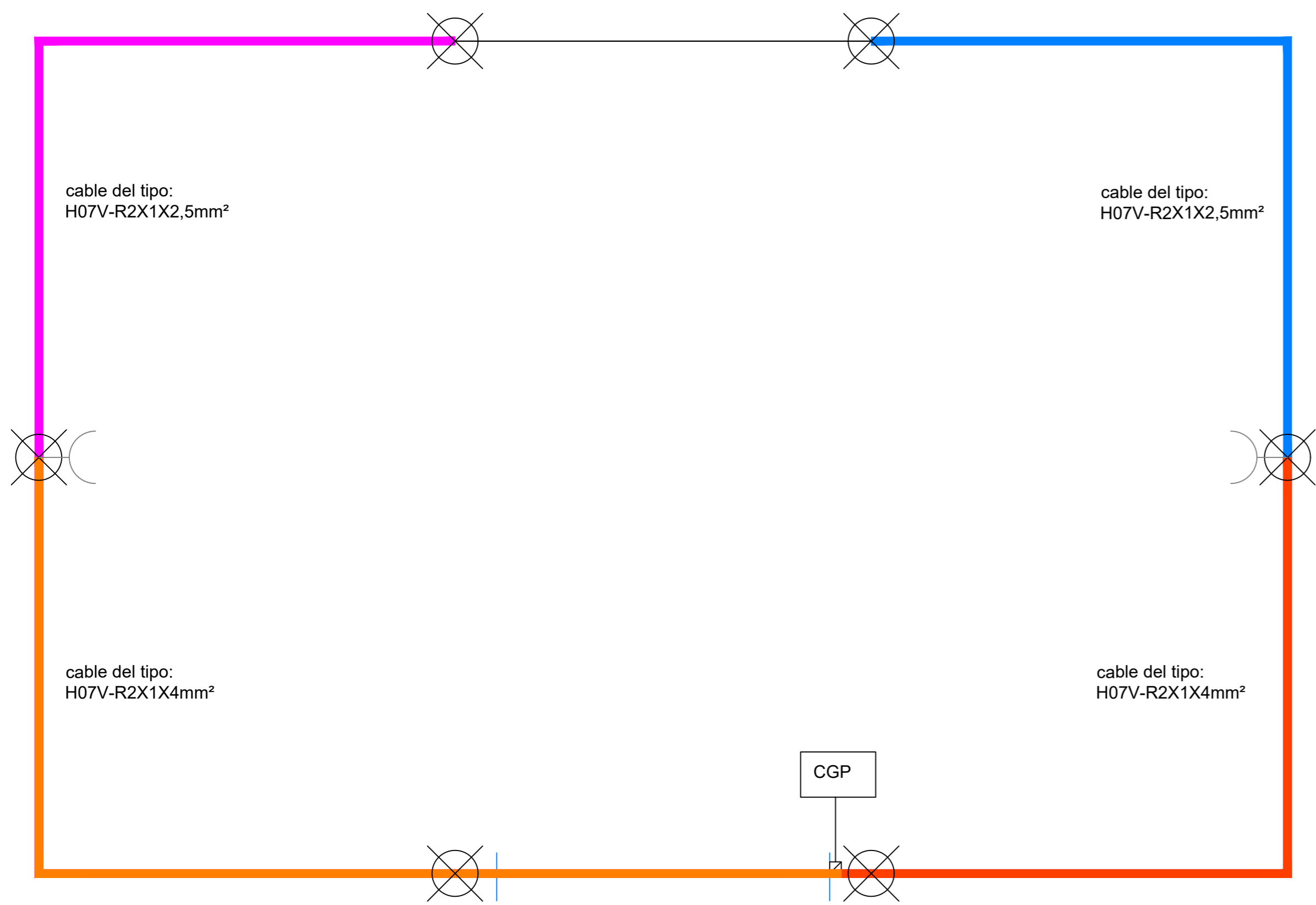
Pendiente: 20%

| LEYENDA |          |
|---------|----------|
|         | CUMBRERA |

|                                                               |                                                                                                                                   |                 |                        |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|
|                                                               | U.V.A. –E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |                 |                        |
|                                                               | TÍTULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS<br>EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA).                     |                 |                        |
| LOCALIZACIÓN: SIGÜENZA<br>(GUADALAJARA)                       |                                                                                                                                   | ESCALA: E: 1/50 |                        |
| FECHA: 12/06/2019<br>FIRMA: DANIEL<br>MUÑOZ<br>ALUMNO: SOPEÑA | DENOMINACIÓN: CUBIERTA                                                                                                            |                 | PLANO N°:<br><b>10</b> |



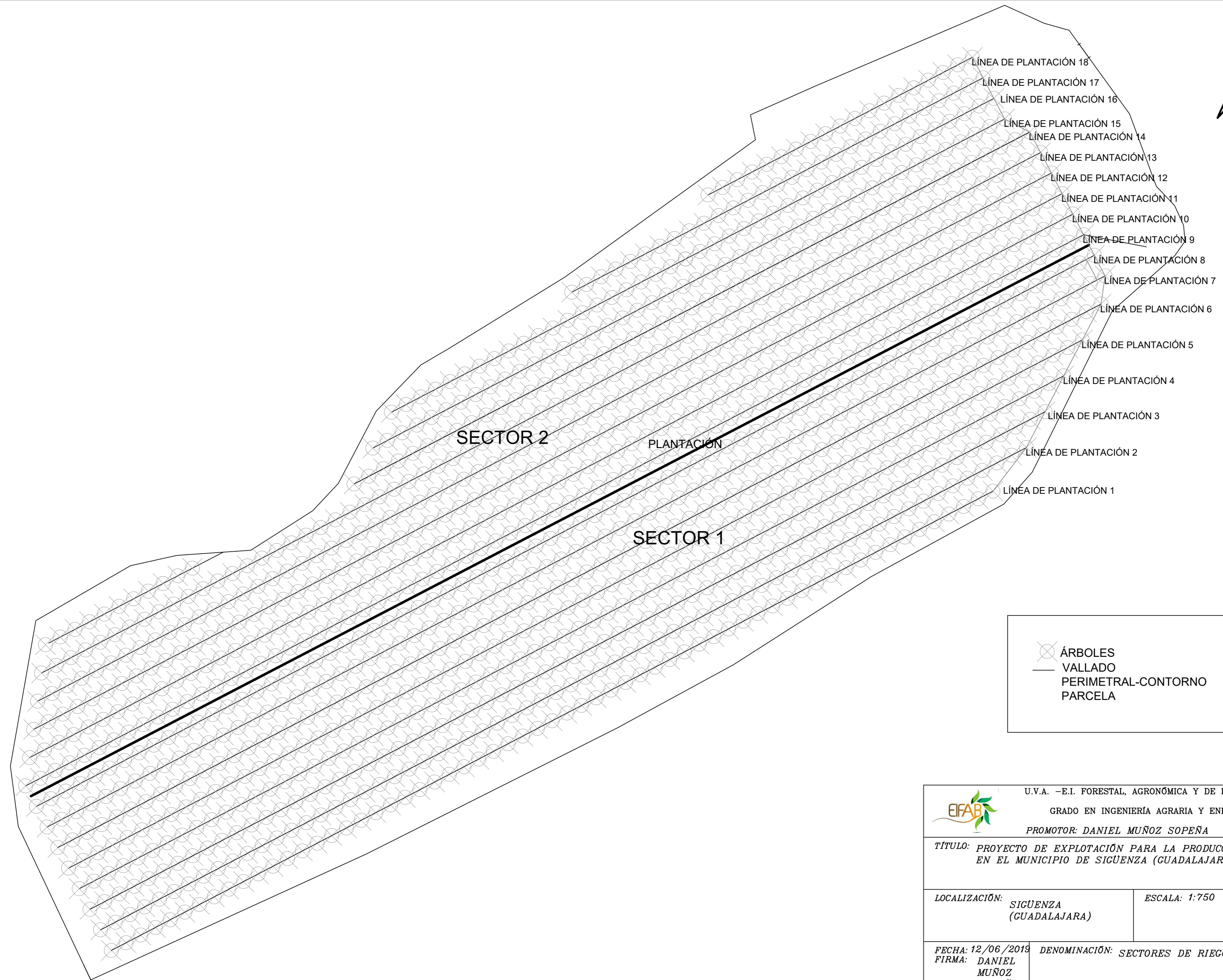
# **PLANO N°11: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA NAVE.**





| LEYENDA                                      |                                   |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|
|                                              | Proyectores Led slim estanco 100W |
|                                              | Tomas de corriente de 1500W       |
| Circuito de las tomas de corriente           |                                   |
|                                              | Circuito 1                        |
|                                              | Circuito 2                        |
| Circuito de luminarias                       |                                   |
|                                              | Circuito 1                        |
|                                              | Circuito 2                        |
| Longitud del circuito de luminarias:         |                                   |
|                                              | Circuito 1: 22,86m                |
|                                              | Circuito 2: 27,14m                |
| Longitud del circuito de tomas de corriente: |                                   |
|                                              | Circuito 1: 15,35m                |
|                                              | Circuito 2: 19,64m                |

|                                                            |                                                                                                                                   |                 |                        |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|
|                                                            | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |                 |                        |
|                                                            | TÍTULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA).                        |                 |                        |
| LOCALIZACIÓN: SIGÜENZA (GUADALAJARA)                       |                                                                                                                                   | ESCALA: E: 1/50 |                        |
| FECHA: 12/06/2019<br>FIRMA: DANIEL MUÑOZ<br>ALUMNO: SOPEÑA | DENOMINACIÓN: DISPOSICIÓN LUMINARIAS                                                                                              |                 | PLANO N°:<br><b>11</b> |

## **PLANO N°12: SECTORES DE RIEGO.**

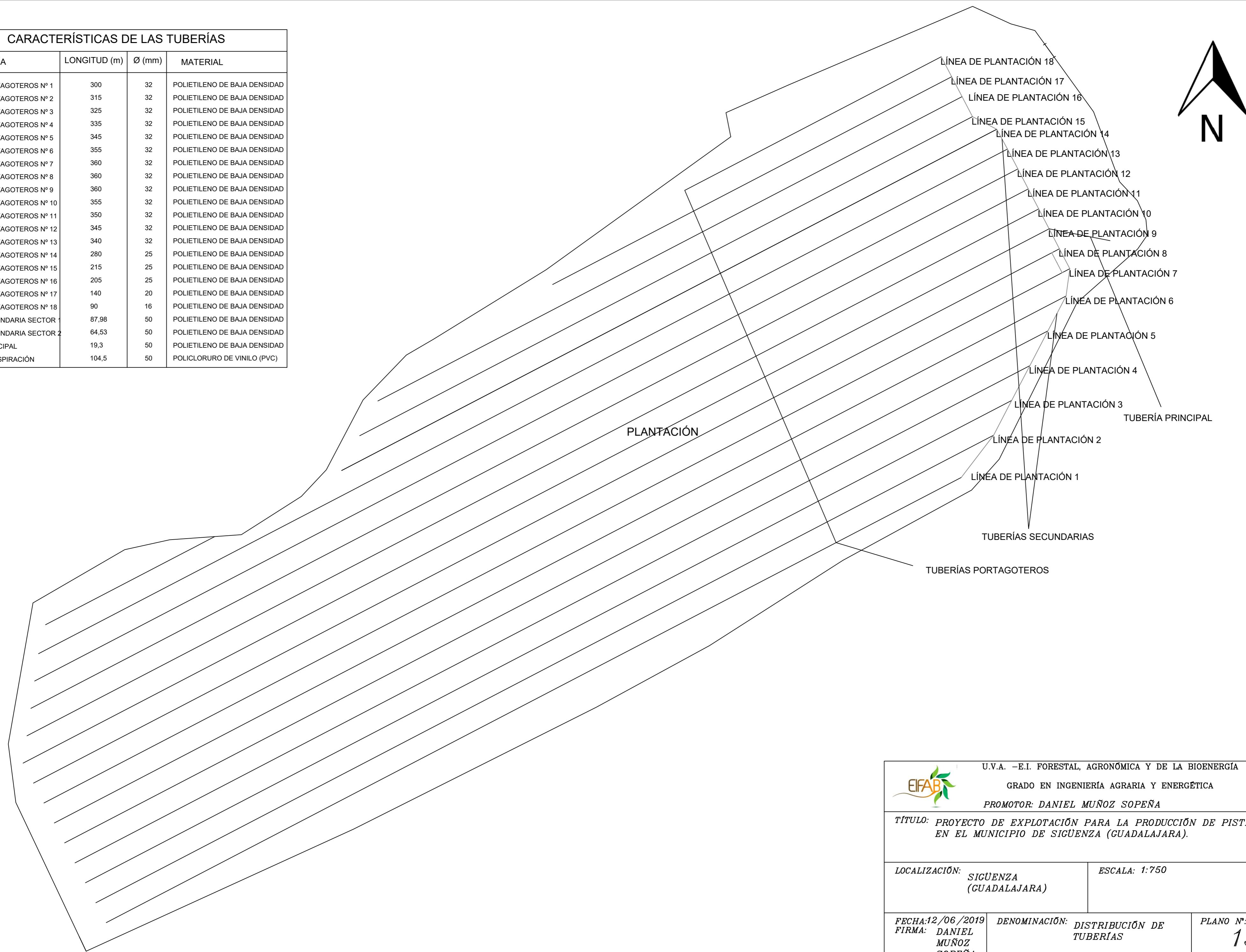




ÁRBOLES  
VALLADO  
PERIMETRAL-CONTORNO  
PARCELA

|                                                                                                            |                                                      |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA |  |
|                                                                                                            | GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA             |                                                                                       |
|                                                                                                            | PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA                        |                                                                                       |
| TÍTULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA). |                                                      |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: SIGÜENZA (GUADALAJARA)                                                                       | ESCALA: 1:750                                        |                                                                                       |
| FECHA: 12/06/2019<br>FIRMA: DANIEL MUÑOZ<br>ALUMNO: SOPEÑA                                                 | DENOMINACIÓN: SECTORES DE RIEGO                      | PLANO N°:<br>12                                                                       |

# **PLANO N°13: DISPOSICIÓN DE TUBERÍAS.**

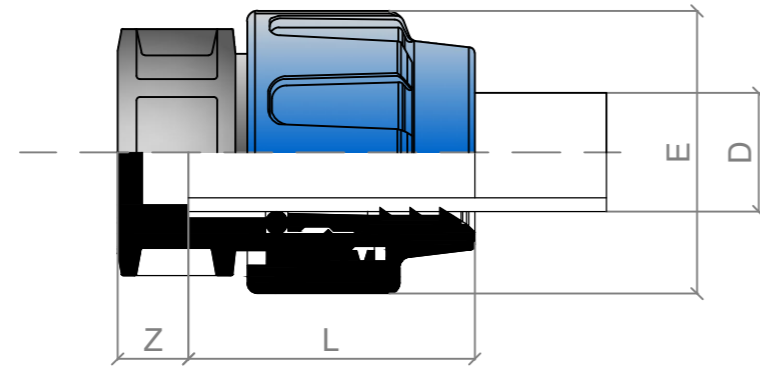
| CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS |              |        |                              |
|---------------------------------|--------------|--------|------------------------------|
| TUBERÍA                         | LONGITUD (m) | Ø (mm) | MATERIAL                     |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 1       | 300          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 2       | 315          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 3       | 325          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 4       | 335          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 5       | 345          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 6       | 355          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 7       | 360          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 8       | 360          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 9       | 360          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 10      | 355          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 11      | 350          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 12      | 345          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 13      | 340          | 32     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 14      | 280          | 25     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 15      | 215          | 25     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 16      | 205          | 25     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 17      | 140          | 20     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PORTAGOTEROS Nº 18      | 90           | 16     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA SECUNDARIA SECTOR 1     | 87,98        | 50     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA SECUNDARIA SECTOR 2     | 64,53        | 50     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA PRINCIPAL               | 19,3         | 50     | POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
| TUBERÍA DE ASPIRACIÓN           | 104,5        | 50     | POLICLORURO DE VINILO (PVC)  |



|                                                                                       |                                                                                                                                   |                                                                      |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |                                                                      |  |
|                                                                                       | <b>TÍTULO:</b> PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA).                 |                                                                      |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b> SIGÜENZA (GUADALAJARA)                                           |                                                                                                                                   | <b>ESCALA:</b> 1:750                                                 |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 12/06/2019<br><b>FIRMA:</b> DANIEL MUÑOZ<br><b>ALUMNO:</b> SOPEÑA       |                                                                                                                                   | <b>DENOMINACIÓN:</b> DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS<br><b>PLANO Nº:</b> 13 |                                                                                       |

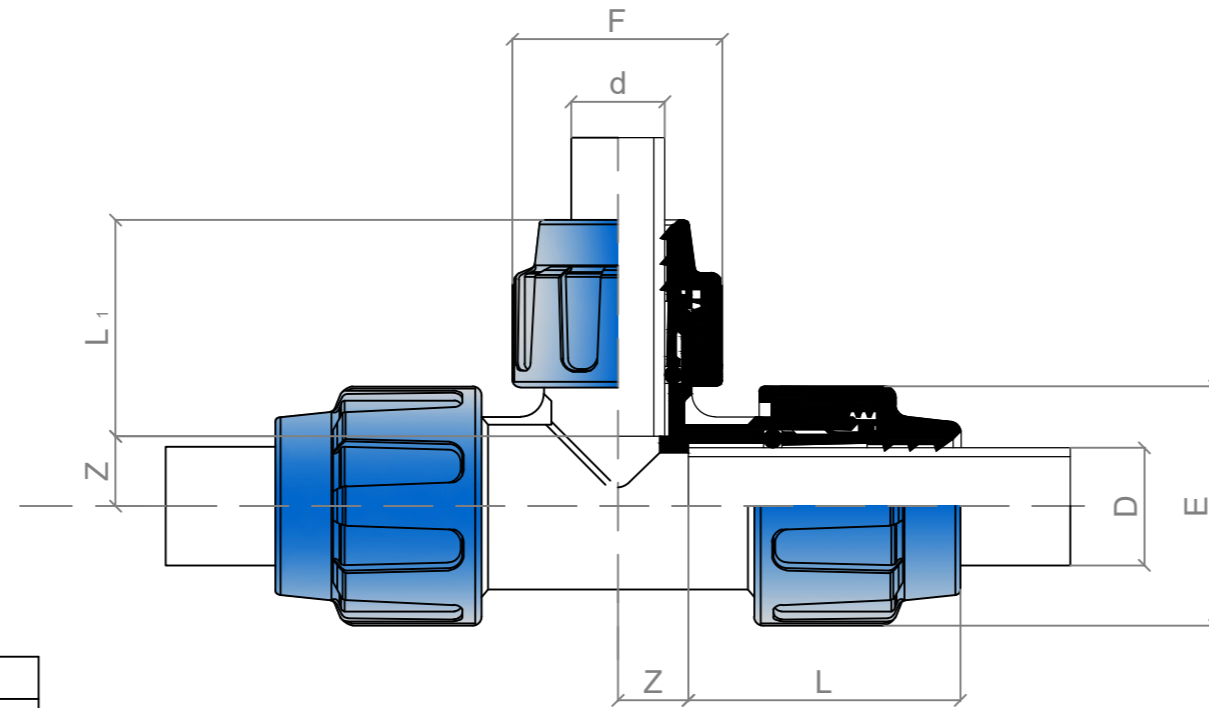
**PLANO N°14: PIEZAS ESPECIALES DEL SISTEMA DE RIEGO.**

TAPÓN 50 mm



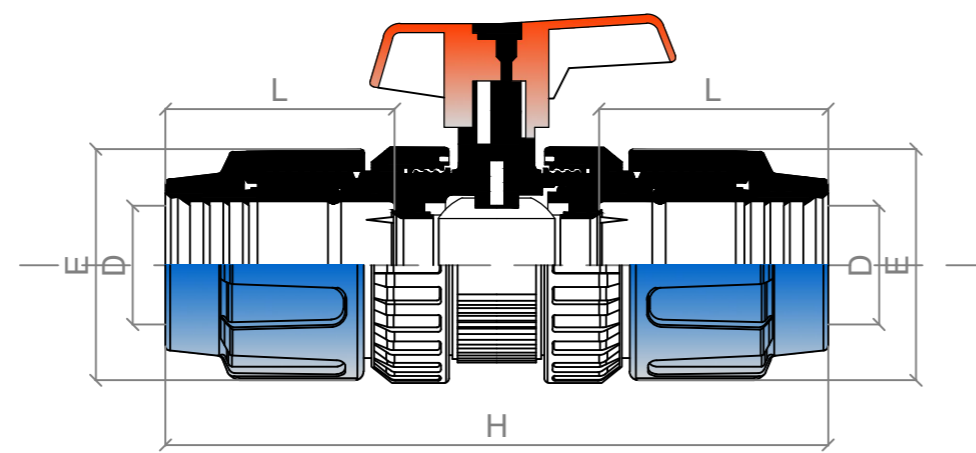
| DIMENSIONES TAPÓN (mm) |    |    |     |    |    |
|------------------------|----|----|-----|----|----|
| D                      | DN | PN | L   | Z  | E  |
| 50                     | 40 | 16 | 108 | 23 | 94 |

RACOR EN "T" DE DIFERENTES DIÁMETROS



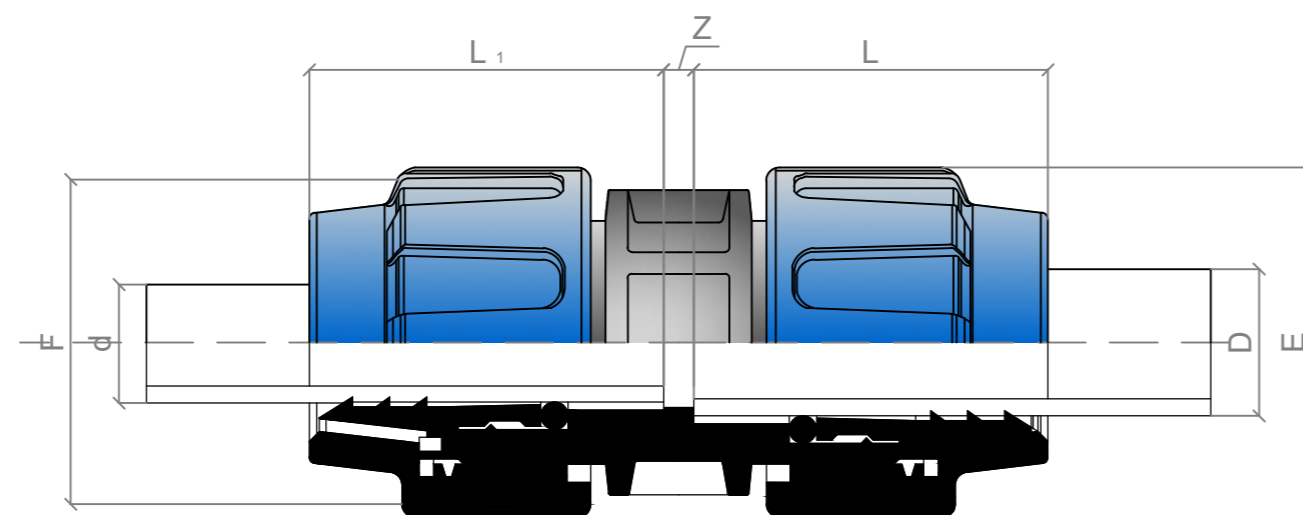
| DIMENSIONES RACOR EN T (mm) |    |    |     |                |    |                |    |    |
|-----------------------------|----|----|-----|----------------|----|----------------|----|----|
| D x d x D                   | DN | PN | L   | L <sub>1</sub> | Z  | Z <sub>1</sub> | E  | F  |
| 50 x 32 x 50                | 25 | 16 | 108 | 86             | 28 | 28             | 94 | 66 |

VÁLVULA DE PASO DE DIFERENTES DIÁMETROS



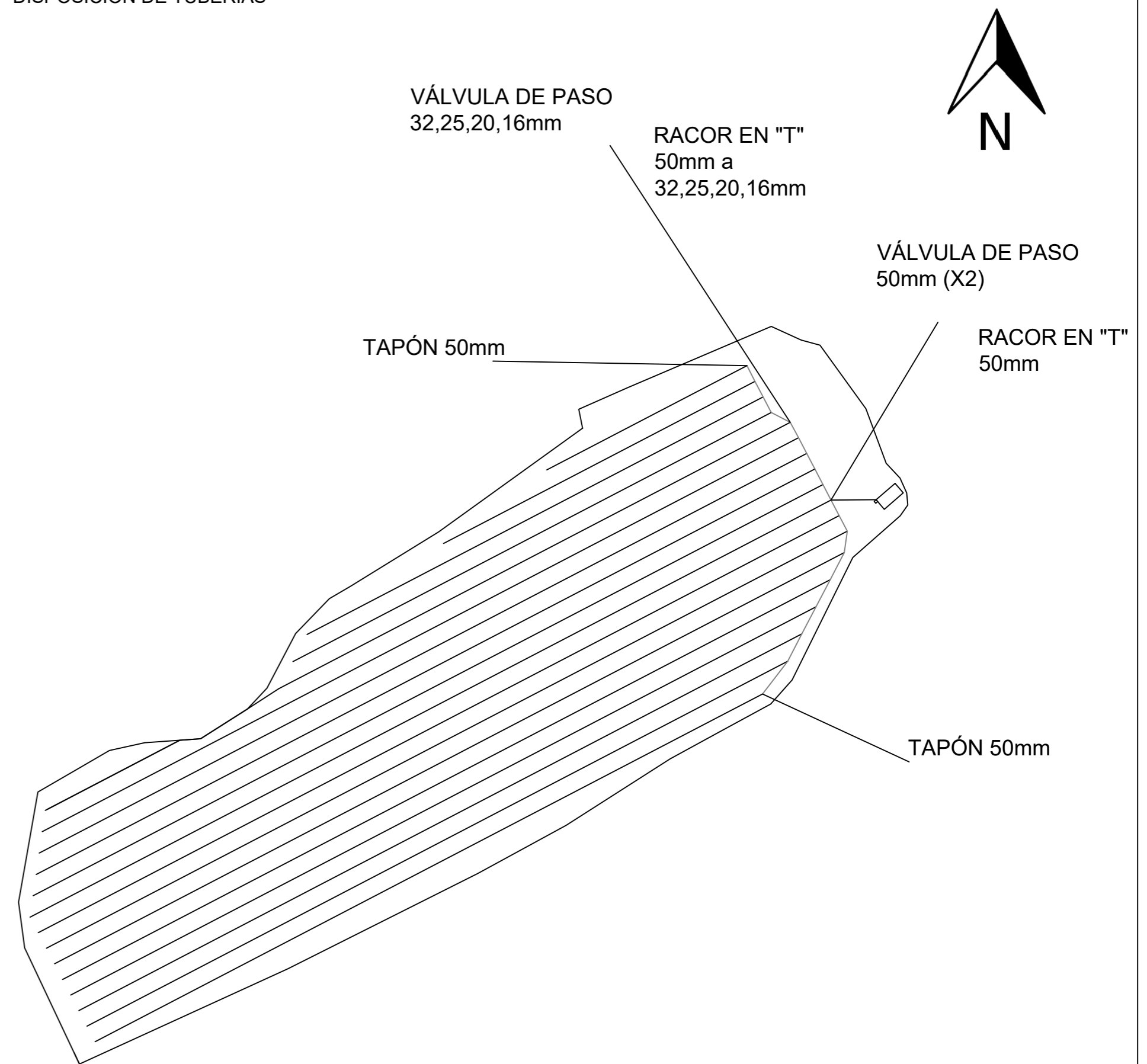
| DIMENSIONES VÁLVULA DE PASO (mm) |    |    |    |     |    |
|----------------------------------|----|----|----|-----|----|
| D x D                            | DN | PN | L  | H   | E  |
| 16 x 16                          | 15 | 10 | 40 | 140 | 53 |
| 20 x 20                          | 15 | 10 | 40 | 140 | 53 |
| 25 x 25                          | 20 | 10 | 45 | 159 | 60 |
| 32 x 32                          | 25 | 10 | 53 | 193 | 74 |
| 50 x 50                          | 40 | 10 | 67 | 229 | 90 |

ENLACE REDUCIDO DE DIFERENTES DIÁMETROS



| DIMENSIONES ENLACE REDUCIDO (mm) |    |    |    |                |   |    |    |
|----------------------------------|----|----|----|----------------|---|----|----|
| D x d                            | DN | PN | L  | L <sub>1</sub> | Z | E  | F  |
| 20 x 16                          | 10 | 16 | 49 | 49             | 4 | 44 | 44 |
| 32 x 20                          | 15 | 16 | 81 | 49             | 5 | 66 | 44 |
| 32 x 25                          | 20 | 16 | 81 | 58             | 4 | 66 | 56 |

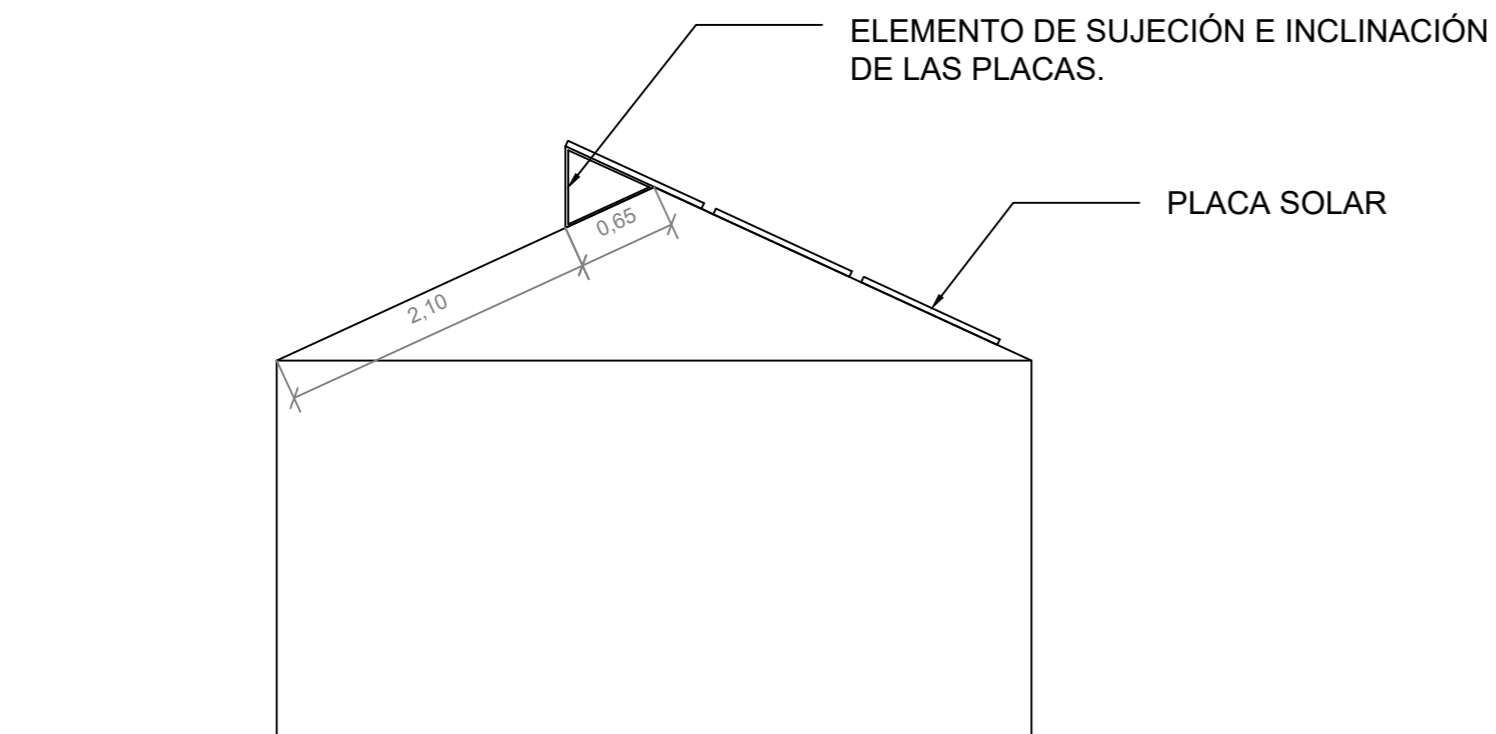
DISPOSICIÓN DE TUBERÍAS



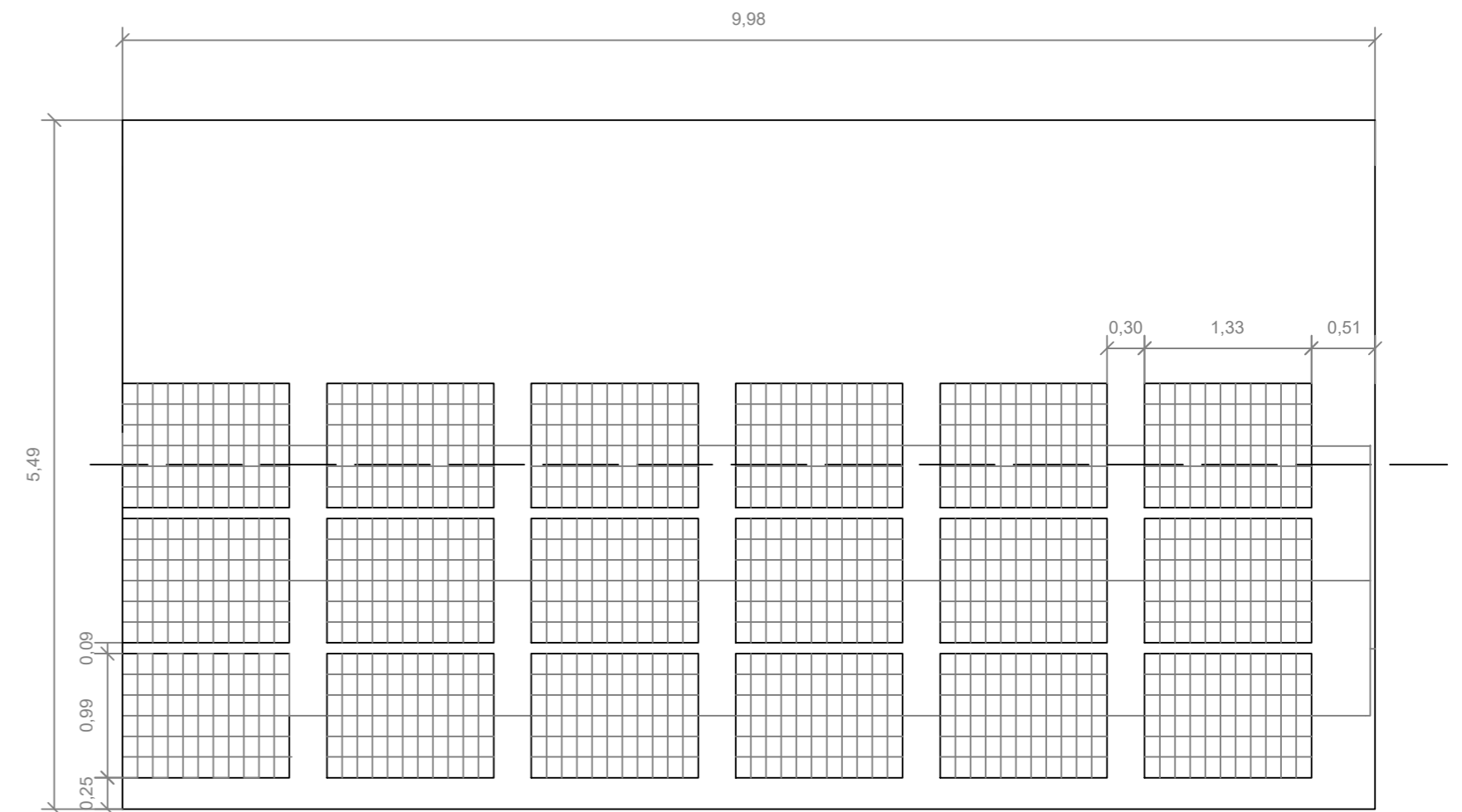
|                                                            |                                                                                                                                   |              |  |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--|
|                                                            | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |              |  |
|                                                            | TÍTULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA).                        |              |  |
| LOCALIZACIÓN: SIGÜENZA (GUADALAJARA)                       | ESCALA: E: S/E                                                                                                                    |              |  |
| FECHA: 12/06/2019<br>FIRMA: DANIEL MUÑOZ<br>ALUMNO: SOPEÑA | DENOMINACIÓN: PIEZAS ESPECIALES DEL SISTEMA DE RIEGO                                                                              | PLANO N°: 14 |  |



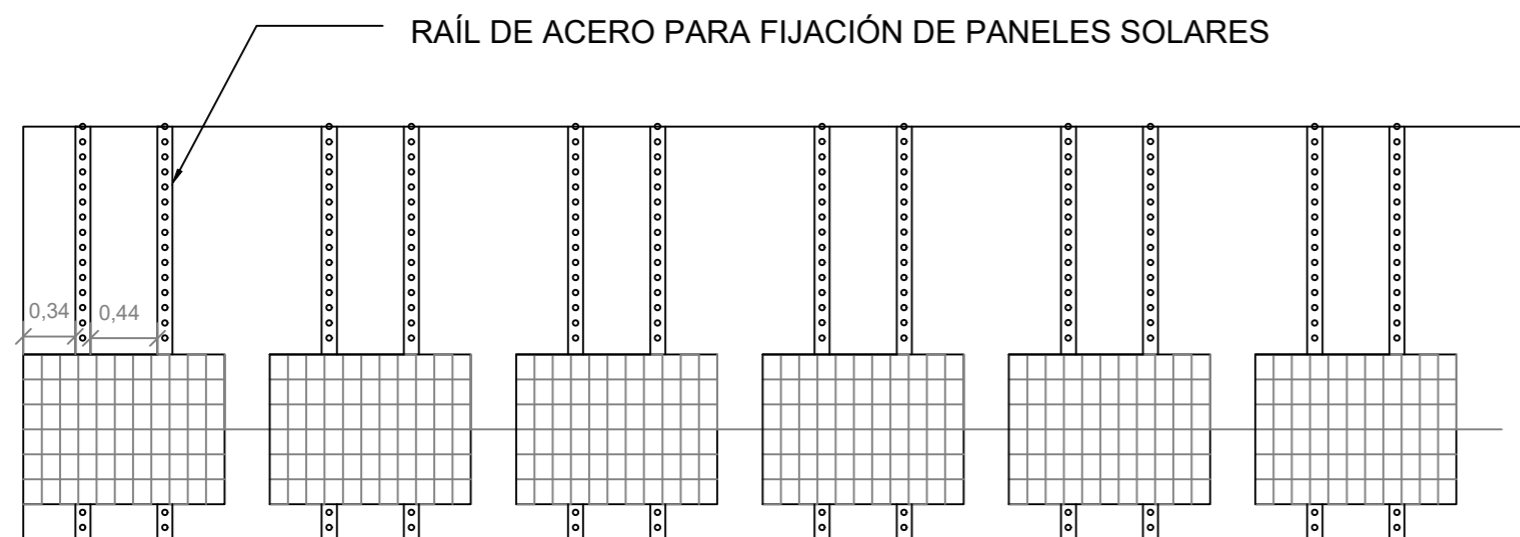
**PLANO N°15: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
PARA EL RIEGO.**





ALZADO CASETA DE RIEGO: DISTRIBUCIÓN DE LAS PLACAS SOLARES  
ESCALA 1:50



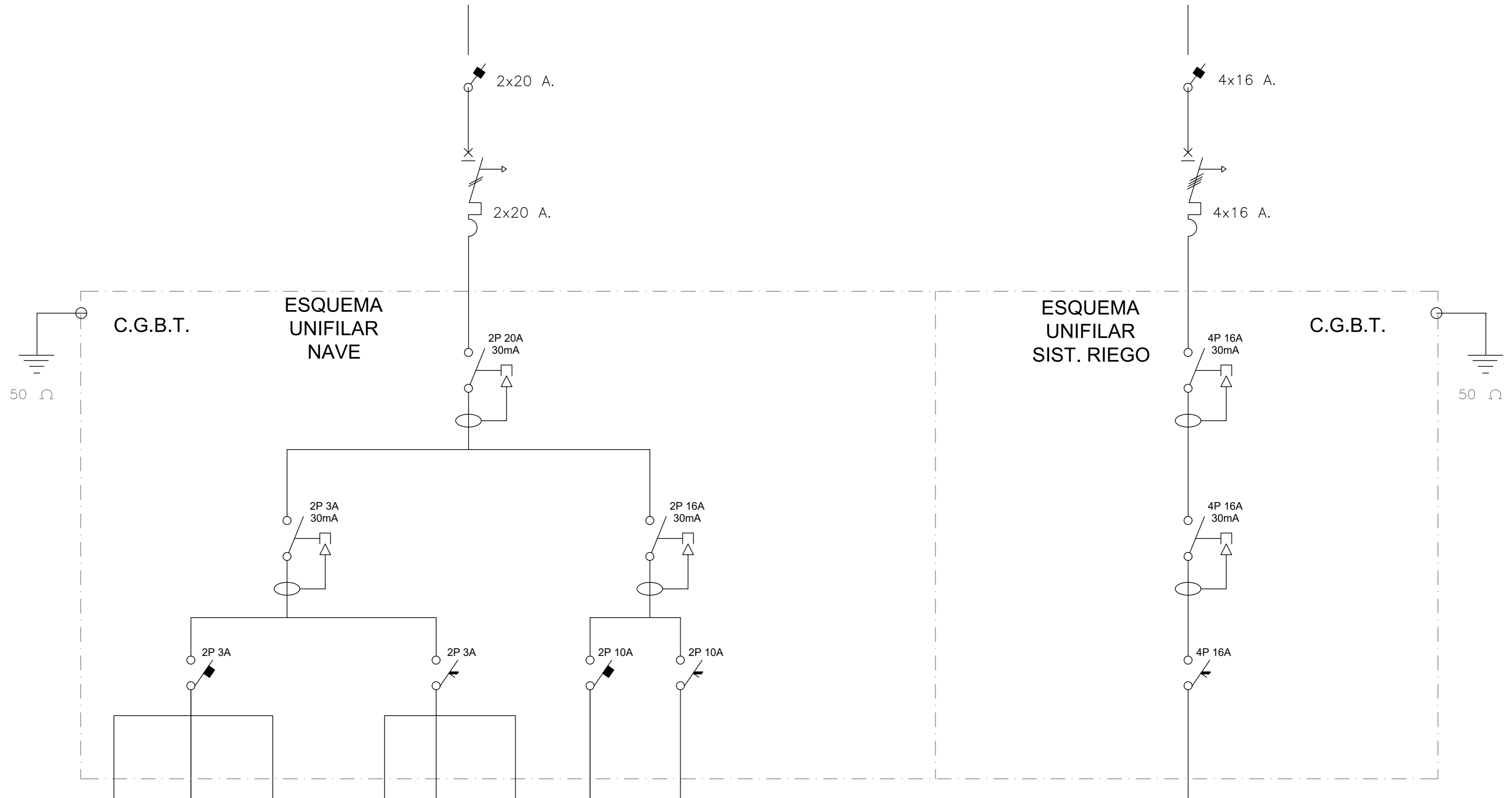
DISTRIBUCIÓN DE LAS PLACAS SOLARES SOBRE LA CUBIERTA DE LA CASETA DE RIEGO  
ESCALA 1:50



FIJACIÓN DE LAS PLACAS SOLARES SOBRE LA CUBIERTA DE LA CASETA DE RIEGO  
ESCALA 1:50

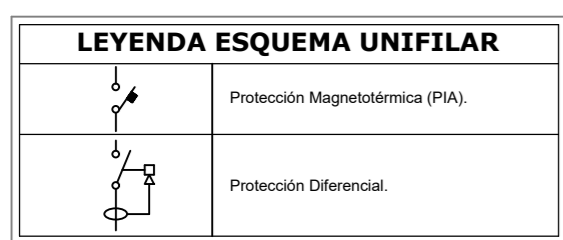
|                                                                                                            |  |                                                                                                                                   |                 |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |  | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |                 |  |
| TÍTULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA). |  |                                                                                                                                   |                 |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: SIGÜENZA (GUADALAJARA)                                                                       |  |                                                                                                                                   | ESCALA: E: 1/50 |                                                                                       |
| FECHA: 12/06/2019<br>FIRMA: DANIEL MUÑOZ<br>ALUMNO: SOPEÑA                                                 |  | DENOMINACIÓN: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL RIEGO                                                                              |                 | PLANO N°:<br><b>15</b>                                                                |

## **PLANO N°16: ESQUEMAS UNIFILARES.**



BOMBA SUMERGIBLE  
5500w

| SERVICIO                   | PROYECTOR | PROYECTOR | PROYECTOR | PROYECTOR | PROYECTOR | PROYECTOR | TOMA CORR | TOMA CORR |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| POTENCIA (w)               | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 1500      | 1500      |
| LONGITUD (m)               | 22,86     | 22,86     | 22,86     | 27,14     | 27,14     | 27,14     | 15,35     | 19,64     |
| SECCIÓN (mm <sup>2</sup> ) | 2,5       | 2,5       | 2,5       | 2,5       | 2,5       | 2,5       | 4         | 4         |
| TIPO DE CABLE              | H07V-R    | H07V-R    | H07V-R    | H07V-R    | H07V-R    | H07V-R    | H07V-R    | H07V-R    |
| Nº DE ORDEN                | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |



|                                                                   |                                                                                                                                   |                |                        |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------|
|                                                                   | U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA |                |                        |
|                                                                   | TÍTULO: PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PISTACHOS EN EL MUNICIPIO DE SIGÜENZA (GUADALAJARA).                        |                |                        |
| LOCALIZACIÓN: SIGÜENZA (GUADALAJARA)                              |                                                                                                                                   | ESCALA: E: S/E |                        |
| FECHA: 12/06/2019<br>FIRMA: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA<br>ALUMNO: SOPEÑA | DENOMINACIÓN: ESQUEMAS UNIFILARES                                                                                                 |                | PLANO Nº:<br><b>16</b> |

# **DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

## Contenido

|        |                                                                |    |
|--------|----------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO. ....                          | 3  |
| 1.1.   | OBJETO.....                                                    | 3  |
| 1.2.   | OBRAS A REALIZAR.....                                          | 3  |
| 1.3.   | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....                                  | 3  |
| 2.     | CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE FACULTATIVA. ....           | 4  |
| 2.1.   | DOCUMENTACIÓN. ....                                            | 4  |
| 2.2.   | DEFINICIÓN DE PERSONALIDADES.....                              | 4  |
| 2.2.1. | PROPIETARIO: .....                                             | 4  |
| 2.2.2. | CONTRATISTA:.....                                              | 4  |
| 2.3.   | DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS. ....                        | 8  |
| 2.4.   | TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.....                  | 10 |
| 2.5.   | PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS..... | 12 |
| 2.6.   | MEDICIONES Y VALORACIÓN.....                                   | 13 |
| 2.7.   | RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN. ....                                  | 13 |
| 2.8.   | PLAZO DE GARANTÍAS.....                                        | 15 |
| 2.9.   | CUESTIONES NO PREVISTAS EN EL PLIEGO. ....                     | 15 |
| 2.10.  | DISPOSICIONES A CONSIDERAR. ....                               | 15 |
| 3.     | CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE TÉCNICA. ....               | 16 |
| 3.1.   | ALCANCE DE LAS PRESCRIPCIONES DE ESTE PLIEGO.....              | 16 |
| 3.2.   | OBJETO DEL PROYECTO.....                                       | 16 |
| 3.3.   | DETALLES DE LA EJECUCIÓN. ....                                 | 16 |
| 3.3.1. | CONSTRUCCIÓN.....                                              | 16 |
| 3.3.2. | PLANTACIÓN Y CULTIVO. ....                                     | 20 |
| 3.3.3. | INSTALACIÓN DE RIEGO.....                                      | 21 |
| 4.     | CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE ECONÓMICA. ....             | 23 |
| 5.     | CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE LEGAL. ....                 | 28 |

## **1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO.**

### **1.1. OBJETO.**

El pliego de condiciones es un documento por el cual se establecen las instrucciones que regirán la puesta en marcha y desarrollo del proyecto. En el presente documento se definen los materiales a utilizar y las características de estos, los ensayos necesarios, normas para la elaboración, medición y abono de las unidades de obra, considerando en todo momento la normativa y disposición vigente en el momento de la ejecución del proyecto.

### **1.2. OBRAS A REALIZAR.**

Este documento hace referencia a la totalidad de las obras a realizar para la consecución del presente proyecto. Las obras referidas en el presente proyecto son las siguientes: preparación del terreno, plantación, instalación del sistema de riego fotovoltaico y construcción de la nave agrícola y la caseta de riego. Las obras serán contratadas terminadas, con las que se especifiquen en los documentos adjuntos de mediciones y presupuestos, considerando también todas las obras accesorias. Todo ello dejando el proyecto terminado completamente en función de los planos y los demás documentos adjuntos.

La realización de las obras accesorias, aquellas que no pueden ser previstas en todo detalle hasta la ejecución de éstas. Se entiende como obras accesorias a las instalaciones complementarias de la explotación. Estas obras se llevaran a cabo en función de su necesidad, siendo modificadas en el caso de ser necesario y conforme la aprobación del ingeniero Director de la Obra.

Si durante la realización de la obra fuese necesario llevar a cabo cualquier clase de obra o instalación no descrita en el presente Pliego de Condiciones, el adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes del ingeniero Director de Obra y atendiendo al buen hacer constructivo. El ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones defectuosas o que precisen ser demolidas o desmanteladas, no tendrán derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

### **1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

Se previene que los documentos del proyecto formarán un conjunto teniendo entre sí una interdependencia de datos de tal forma que cualquier omisión o duda que no esté reflejada en un documento se tomará de la que figure en el detalle de la unidad correlativa, bien sea mediciones, bien sea presupuesto, bien sean los planos o cualquier otro documento incluido en el proyecto, de tal forma que todos los documentos formen entre sí el conjunto del proyecto de obligado cumplimiento. Las obras serán ajustadas en cuanto a dimensiones, distribución y construcción a los planos del proyecto.

## **2. CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.**

### **2.1. DOCUMENTACIÓN.**

Los documentos que definen las obras y que serán entregados por la propiedad al Contratista pueden tener carácter contractual o ser meramente informativos. Los documentos contractuales, incluidos en el presente proyecto son:

- Planos.
- Pliego de Condiciones.
- Cuadro de precios.
- Presupuesto parcial y total.

La información contenida en la Memoria y los Anejos, y la justificación de los precios tiene carácter informativo.

Cualquier cambio de planteamiento de la obra que genere un cambio sustancial en relación a lo proyectado deberá ponerlo en conocimiento de la Dirección Técnica para que sea aprobado y, siendo oportuno, el proyecto será modificado.

### **2.2. DEFINICIÓN DE PERSONALIDADES.**

#### **2.2.1. PROPIETARIO:**

Es el promotor de la obra, el cual tiene derecho a recibir las obras de acuerdo al proyecto encargado. El propietario o promotor tiene la obligación de pagar al contratista la cantidad de obra bien ejecutada, teniendo en consideración lo establecido en el contrato. Cualquier cambio introducido por el propietario en la obra, sin consultar a la dirección de obra, se considera que es efectuado bajo su responsabilidad. El propietario ha de notificar al ingeniero la obtención de permisos administrativos necesarios y la fecha de inicio de la obra.

#### **2.2.2. CONTRATISTA:**

Es la persona que lleva a cabo la ejecución de la obra. El contratista ha de recibir el importe de los trabajos realizados en base al proyecto redactado y considerando los condicionantes del contrato. El contratista tiene la obligación de construir lo requerido con arreglo al proyecto redactado.

El contratista deberá cumplir con la normativa laboral, concretamente con el Reglamento de Higiene y Seguridad en el trabajo, O.M.T del 20/5/52, y con la Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo, O.M.T del 9/3/71.

Es la persona responsable del trabajo realizado y de las posibles subcontrataciones. El contratista tendrá siempre en la oficina de obra, y a disposición de consulta por la dirección de obra el libro de órdenes, el cual seguirá el modelo oficial.

Dado que interviene en las obras, se contempla el conocimiento y la aceptación del pliego de condiciones por su parte.

Obligaciones del contratista:



El contratista, recibirá las instrucciones de la Dirección Facultativa o Director de obra, sobre el orden y forma de ejecución de los trabajos, facilitando los planos de detalle para las obras que lo requieren.

- El contratista está obligado a cumplir las disposiciones vigentes en materia de Reglamentación Laboral, Estatuto de Trabajadores, Reglamento de seguridad e Higiene en el trabajo, así como las demás disposiciones complementarias.
- El contratista, deberá seguir las Normas de la buena construcción, ejecutando para ello cuanto fuera preciso, y aunque no esté expresamente indicando en los documentos del proyecto, consultando o a la Dirección de Obra en el caso de duda y consultando siempre que deba repercutir en el presupuesto.
- El contratista notificará a la Dirección de obra, con la antelación suficiente, las obras que puedan quedar ocultas o requieran inspección.
- El contratista está obligado a entregar a la propiedad la documentación técnica de los materiales y equipos instalados, que comprenderá las instrucciones de mantenimiento, planos y esquemas de funcionamiento. Así cuantas instrucciones fueran precisas para una eventual reparación o sustitución.

#### **Remisión de solicitud de ofertas.**

Por la Dirección técnica se solicitarán ofertas a las empresas especializadas en el sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente proyecto, para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de las mencionadas ofertas, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

#### **Residencia del contratista.**

Desde que se de principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el contratista, o un representante suyo autorizado, deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole, expresamente, la persona que durante su ausencia lo ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más autorizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier rama que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la contrata en los documentos del proyecto aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la contrata.

#### **Reclamaciones contra las órdenes de dirección.**

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero director, sólo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el

contratista salvar su responsabilidad si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamación.

### **Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe.**

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben a la marcha de los trabajos, el contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

### **Copia de los documentos.**

El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Ingeniero Director de la obra, si el contratista solicita estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

### **Responsabilidades del contratista durante la obra:**

- **Daños y perjuicios:** En la ejecución de las obras el contratista es el único responsable, no teniendo derecho a indemnización por el mayor precio que pudiera costarle, ni por las erradas maniobras que cometiese durante la construcción, siendo de su cuenta y riesgo e independiente en propiedades colindantes, tendrá que restaurarlas por su cuenta dejándolas en el estado inicial.  
Así mismo, será responsable ante los tribunales de los accidentes, que por inexperiencia o descuido sobreviniesen, atendiéndose en todo a las disposiciones de la Policía Urbana y leyes comunes sobre la materia. El contratista, adoptará cuantas medidas sean necesarias para evitar caídas de operarios, desprendimientos de herramientas y materiales que puedan herir o maltratar a persona alguna.
- **Evitar contaminaciones:** El contratista, adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación del terreno, cursos de agua, etc.. por efecto de los combustibles, aceites, ligantes, residuos o desperdicios, o cualquier otro material que pueda ser perjudicial o deteriorar el entorno.
- **Permisos y licencias:** Los permisos necesarios para la ejecución del material de la obra, tales como licencias, acometidas, energía, vallas, carreteras y similares irán por cuenta de la propiedad.
- **Personal del contratista:** El contratista, estará ligado a dedicar a las obras el personal técnico a que se comprometió en la licitación. El ingeniero técnico, podrá prohibir la permanencia en la obra del personal del contratista, por motivos de falta de obediencia respeto, o por causa de actos que comprometan o perturben la marcha de los trabajos.  
El contratista, podrá recurrir si entendiera que no hay motivos fundados para dicha prohibición. El contratista, está obligado al cumplimiento de lo establecido en el estatuto de los trabajadores, y demás normativa legal vigente en materia laboral.

- **Partes e informes:** El contratista queda obligado a suscribir, con su conformidad o respeto, las partes conformes establecidos sobre las obras, siempre que sea requerido para ello.
- **Órdenes al contratista:** Las órdenes al contratista se darán por escrito y ordenadas correlativamente. Aquel quedará obligado a firmar el recibo en el duplicado de la orden. En la oficina de la obra existirá un libro en el que se anotarán las órdenes que el Director Técnico dicte.
- **Diario de las obras:** A partir de la orden de iniciación de las obras, se abrirá un libro en el que se hará constar, en cada día de trabajo, las incidencias ocurridas con el contratista y las órdenes que el Director de Obra dicte.
- **Remisión de solicitud de ofertas:** Por la Dirección técnica se solicitarán ofertas a las empresas especializadas en el sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente proyecto, por lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado proyecto o un extracto con los datos suficientes.

En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de las mencionadas ofertas, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación. El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

- **Residencia del contratista:** Desde que se de principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el contratista, o un representante suyo autorizado, deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole, expresamente, la persona que durante su ausencia lo ha de representar en todas sus funciones.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más autorizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier rama que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la contrata en los documentos del proyecto aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la contrata.

- **Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe:** Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben a la marcha de los trabajos, el contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

## **PROYECTISTA:**

El proyectista, en este caso un Ingeniero Técnico Agrícola, es el responsable de la propiedad ante el constructor y Director de Obras. Al ingeniero técnico le corresponde la interpretación del proyecto y será el que aconseje al promotor. El proyectista ha de designar un director de obra, que en este caso esta función será ejercida por el propio proyectista.

### Funciones del Ingeniero Técnico Agrícola:

Las funciones del Ingeniero Director de las obras, en orden de dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el contratista son las siguientes:

- a) Garantizar que las obras se ejecuten ajustadas al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, exigir al contratista el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- b) Definir aquellas condiciones técnicas, que los pliegos de prescripciones correspondientes dejan a su decisión (suspensión de los trabajos por exceso de humedad, heladas, calidad de planta, etc.). decidir sobre la buena ejecución de los trabajos de preparación y plantación y suspenderlos en su caso.
- c) Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y sistema de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del contrato.
- d) Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras, que implican el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- e) Obtener de los organismos de la administración competentes los permisos necesarios para la ejecución de las obras, resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres afectadas por las mismas.
- f) Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en su curso; para lo cual el contratista deberá poner a su disposición al personal y material de la obra
- g) Acreditar al contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del contrato.
- h) Participar en las recepciones provisionales y definitivas, y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.
- i) El contratista está obligado a prestar su colaboración al ingeniero director de las obras para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

### **2.3. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS.**

#### Replanteo:

Antes de comenzar la obra se efectuará el replanteo general de las mismas sobre el terreno, suscribiéndose el Acta y planos correspondientes entre la propiedad y la contrata, con el visto bueno de la Dirección Facultativa.

#### Equipos y maquinaria:

El contratista queda obligado, como mínimo, a situar en la obra equipos de maquinaria necesarios para la correcta ejecución de las mismas, según se especifica en el mismo. El Ingeniero Director deberá aprobar los equipos de maquinaria que deban utilizarse en las obras. La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedaran adscritas a la obra durante el curso de ejecución de las unidades en que deben utilizarse. No podrán retirarse sin el conocimiento del Ingeniero Director.

### Ensayos:

El Director Técnico podrá someter todos los materiales a pruebas de análisis que juzgue oportunas para cerciorarse de sus buenas condiciones, verificándose estas pruebas en la forma que disponga dicho facultativo bien sea a pie de obra o en los laboratorios o en cualquier época o estado de las obras. Si el resultado de las pruebas no es satisfactorio se desechará la partida entera o el grupo de unidades que no reúnan las debidas condiciones, cuando estas puedan separarse pieza por pieza. Se presentaran muestras de todos aquellos materiales que la Dirección Facultativa precise, siendo la contrata la encargada de obtenerlos a su costa.

### Materiales:

- Agua: Se atenderá a la norma fijada al respecto por la instrucción EHE y sus comentarios.
- Tierra: La tierra que se utilice en las diversas unidades de obras deberán reunir las condiciones apropiadas para cada una de ellas.
- Arena: La arena que se emplee en la construcción será limpia, suelta, áspera y crujiente al tacto, y exenta de sustancias orgánicas y partículas terrosas, para lo cual, si fuera necesario, se tamizará y lavará convenientemente.
- Morteros: La mezcla se hará a máquina o a mano, en seco o sobre piso de tablas, agregando después el agua necesaria para el mezclado, de modo que el mortero tenga la consistencia conveniente. Las proporciones indicadas se consignan como reguladoras, debiendo modificarse dentro de límites prudentes, según lo exija la naturaleza de los materiales. Deberán estar en el momento de su empleo, en estado pulverulento. El amasado del mortero se hará de tal modo que resulte una pasta homogénea y sin palomillas. Cuando este sea de cemento y sobre todo de fraguado rápido se hará en pequeñas cantidades y su empleo será inmediato, para evitar que el fraguado se produzca con anterioridad.  
La cantidad de agua se fijará en cada caso por el Director Técnico y no será permitido el rebatido de los morteros.
- Planta: Cuando la procedencia de la planta no esté fijada en este Pliego, la planta requerida para la ejecución del contrato será obtenida por el contratista de los viveros de suministro que considere oportuno. No obstante, deberá tener muy en cuenta las recomendaciones que, sobre la procedencia de las mismas, señalen los documentos informativos del Proyecto y las observaciones complementarias que pueda hacer el Ingeniero Director. El contratista notificará al Ingeniero Director con suficiente antelación la procedencia de la planta que se propone utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Ingeniero, las muestras y los datos necesarios para demostrar la posibilidad de su aceptación, tanto en lo que se refiere a la calidad como a la cantidad. En ningún caso podrá ser utilizada planta cuya procedencia no haya sido previamente aprobada por el Ingeniero Director. En el caso de que la procedencia de la planta fuera señalada concretamente en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en la Memoria del Proyecto, el contratista deberá utilizar obligatoriamente planta de dicha procedencia. Si posteriormente se comprobara que fuera inadecuada o insuficiente, el Ingeniero Director de las obras fijará la nueva procedencia y propondrá la modificación de los precios del

programa de los trabajos. Si no fuera posible hacerse así, por inconvenientes nacidos de la disparidad de la planta, en cuanto a características de la misma, el contratista se comprometerá a utilizar planta de dimensiones normalizadas en cuanto a edad, longitud de la parte aérea, longitud de la raíz por debajo del cuello.

- Otros materiales no expresados: Todo el material no expresado en este pliego de condiciones técnicas y que haya de emplearse en estas obras, se entenderá que ha de ser de la mejor calidad que se conozca y todo ello quien desechara los que no fuesen de su agrado.

#### Trabajos nocturnos:

Los trabajos nocturnos, deberán ser previamente autorizados y realizados solamente en aquellas unidades de obra que se indique. El contratista deberá instalar los equipos correspondientes de iluminación, del tipo e intensidad que se ordene, y siempre mantenidos en perfectas condiciones mientras duren los trabajos.

#### Obras no previstas:

Solamente con objeto de este contrato las obras comprendidas en los planos y documentos de este proyecto no obstante, el contratista está obligado a ejercer todas las que ordene el Director Técnico como ampliación o mejoras.

El precio de las obras no previstas en el proyecto en caso de no haberse pactado antes, se abonaran mediante estudio de precios contradictorios. Si a juicio del Director Técnico hubiese alguna parte de la obra mal ejecutada, tendrá el contratista la obligación de demolerla y ejecutarla cuantas veces sea necesario, hasta que merezca la aprobación del Director Técnico no teniendo por esa causa derecho a percibir indemnizaciones de ningún género, aunque las malas condiciones de aquellas se hubiesen notado después de la Recepción Provisional.

#### Señalización de las obras:

Es obligación del contratista, la colocación del rótulo anuncio de las obras.

### **2.4. TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES. LIBRO DE ÓRDENES.**

En la oficina de la obra, tendrá el contratista el libro de órdenes, donde se anotarán las que el Ingeniero Director de la obra precise dar en el transcurso de la obra. El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho libro es tan obligatorio para el contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

### **COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCIÓN.**

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir 24 horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo de las condiciones establecidas. El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días de la fecha de su adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo de un año.

El contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial de Trabajo.

### **CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

El contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones Generales de Índole Técnica del Pliego de Condiciones varias de Edificación” y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que lugar la recepción definitiva de la obra, el contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos casos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abarcan a buena cuenta.

### **TRABAJOS DEFECTUOSOS.**

Como consecuencia de lo anteriormente dicho, cuando el Ingeniero director o su representante en la obra advierten vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo de materiales no utilizables o defectuosos.

### **OBRAS Y VICIOS OCULTOS.**

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras efectuadas, ordenará ejecutar en cualquier tiempo las demoliciones que crea necesarias para reconocerlo defectuoso.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

### **MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS.**

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero director, en los términos que prescriben los Pliegos de condiciones, depositando al efecto el contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos

comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados serán a cargo del contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fuera de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al contratista para que los remplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los pliegos, o a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director

### **MEDIOS AUXILIARES.**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de condiciones, siempre que, sin separarse de su interpretación, lo disponga el Ingeniero Director dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al propietario responsabilidad por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán así mismo, de cuenta del contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc., y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

## **2.5. PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

### Lluvias.

Durante la época de lluvias, tanto los trabajos de preparación como los de plantación podrán, ser suspendidos por el Ingeniero Director cuando la pesadez del terreno lo justifique en base a las dificultades surgidas tanto en la labor de preparación, plantación o mantenimiento del terreno.

### Sequía.

Los trabajos de preparación y plantación podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director cuando por falta de tempero pueda producirse un fracaso en la plantación. □  
Heladas.



En los trabajos de preparación del suelo y plantación en épocas de heladas, la hora de comienzo de las obras será marcada por el Ingeniero Director pudiendo llegar a suspender cualquier actividad si por su intensidad y pertinencia hicieran inadecuado seguir con el trabajo.

#### Incendios.

El contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios y a las instrucciones complementarias que figuren en este Pliego de Condiciones, o que se dicten por el Ingeniero Director. En todo caso adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios y será el responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir.

#### Modificaciones.

En ningún caso el Ingeniero Director o el contratista podrán introducir o ejecutar modificaciones en las obras comprendidas en el contrato, sin la debida aprobación técnica de la modificación, y sin la correspondiente autorización para ejecutarla.

### **2.6. MEDICIONES Y VALORACIÓN.**

Medición y valoración de la obra: la medición de las obras concluidas se hará por el tipo de unidad fijado en el corriente presupuesto. La valoración deberá obtenerse de las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el presupuesto añadiendo a este, el importe de los tantos por ciento correspondientes al beneficio industrial y descontando el porcentaje que corresponde a la baja de subasta hecha por el contratista si la hubiera. Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de la elevación y transporte de los materiales, es decir todo lo correspondiente a medios auxiliares de la construcción y otros como las indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto en el que se hayan gravado o se graven los materiales o las obras, por el Estado, Provincia o Municipio. Por esta razón, no se abonará al contratista cantidad alguna por dichos conceptos. En el precio de cada unidad van también comprendidos todos los materiales, accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse. La valoración de las obras no expresadas en este Pliego se verificará ampliando a cada una de ellas la medida que le sea más apropiada y en la forma y condiciones que estime justas el director técnico, multiplicando el resultado final de la medición por el precio correspondiente. El contratista no tendrá derecho alguno a que las mediciones a las que se refiere este artículo se ejecuten en la forma que le indique, sino que se harán con arreglo a lo que determine el Director Facultativo, sin apelación de ningún género. Cuando por consecuencia de rescisión u otra causa fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicaran los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de la obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los acuerdos de composición de los precios.

### **2.7. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.**

Las labores agrícolas se valorarán con arreglo a los jornales vigentes en la localidad para cada clase de obrero y tipo de trabajo.

Los jornales de devengarán los sábados de cada semana. Para las labores eventuales empezadas entre semana, se liquidarán al día siguiente de haber sido terminadas.

Se cumplirán todas las disposiciones legales vigentes emanadas del Ministerio de Trabajo, en material laboral muy especialmente las referidas a higiene y seguridad en el trabajo

### **RECEPCIONES PROVISIONALES.**

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la sentencia del propietario, del Ingeniero director de lo obra y del contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de tres meses.

Cuando las obras se hallen en estado de ser recibidas se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero director debe señalar al contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al contratista.

### **RECEPCIÓN DEFINITIVA.**

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están conservadas y en perfectas condiciones, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Director de Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en este pliego.

Si en el nuevo reconocimiento resultase que el contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

### **LIQUIDACIÓN FINAL.**

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios.

De ninguna manera tendrá derecho el contratista a formular reclamaciones por argumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad Propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

## **LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN.**

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidario, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

## **FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.**

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí mismo o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el “Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación”, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anexas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al contratista, si considera que, el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra

### **2.8. PLAZO DE GARANTÍAS.**

Se fijara el plazo de garantía, durante el cual tendrá que ser por cuenta de la contrata la reparación de los desperfectos que, imputables a la mala construcción de las obras o montajes defectuosos de las instalaciones, pudieran aparecer, no liquidándose las obras hasta que estos hayan sido corregidos sin que la contrata tenga derecho a indemnización por ello.

### **2.9. CUESTIONES NO PREVISTAS EN EL PLIEGO.**

Todas las cuestiones técnicas que surjan entre el contratista y la Administración cuya relación no está prevista en las prescripciones de este Pliego se resolverán de acuerdo con la legislación vigente en esta materia.

### **2.10. DISPOSICIONES A CONSIDERAR.**

- Ley 24/2011, de 1 de agosto, de Contratos del Sector Público en los ámbitos de la Defensa y la Seguridad.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del Ministerio de fomento.
- Código Técnico de la edificación (CTE).
- Normas Básicas (NBE) y Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Instrucción EHE-98, para el proyecto y la ejecución de las obras de hormigón armado o en masa.
- Métodos y Normas de Ensayo de Laboratorio Central del Ministerio de Fomento.

### **3. CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE TÉCNICA.**

#### **3.1. ALCANCE DE LAS PRESCRIPCIONES DE ESTE PLIEGO.**

Las citadas prescripciones se aplicarán en los casos que correspondan a la ejecución de las obras de plantación, construcción e instalación comprendidas dentro del presente proyecto. Contiene las condiciones técnicas, que además de las particulares que se establezcan en el contrato, regirán las obras descritas. Este Pliego de Prescripciones Técnicas particulares se entiende como un complemento a aquel de condiciones técnicas generales, por lo que el adjudicatario deberá cumplir con lo establecido en ambas, a excepción de que el primero especifique alternativas a lo expuesto en el segundo, en cuyo caso prevalecerá el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

#### **3.2. OBJETO DEL PROYECTO.**

El objetivo del presente proyecto es la puesta en marcha de una explotación para la producción de pistachos en el municipio de Sigüenza (Guadalajara), regada mediante un sistema de bombeo fotovoltaico, ubicada sobre unos terrenos dedicados tradicionalmente al cultivo extensivo de cereales y leguminosas en secano.

Este proyecto comprende, por lo tanto, las obras y trabajos necesarios para ejecutarlo de acuerdo a los planos y prescripciones de este Pliego. Todas las obras que se describen seguidamente, figuran incluidas en el proyecto, con arreglo al cual deberán ejecutarse salvo las modificaciones ordenadas por el Ingeniero Director. En los Planos figuran las referencias planimétricas, así como las delimitaciones necesarias para la correcta ubicación de los trabajos.

#### **3.3. DETALLES DE LA EJECUCIÓN.**

La descripción totalmente detallada, se encuentra en la Memoria del Proyecto y en sus anejos, no obstante, se dan algunas instrucciones relativas a la ejecución y cumplimiento de normas del mismo.

##### **3.3.1. CONSTRUCCIÓN.**

###### **REPLANTEO:**

El Ingeniero Director, auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, antes de dar comienzo a las obras procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo. Los replanteos deberán llevarse a cabo de acuerdo con las instrucciones y las órdenes de Ingeniero Director de la Obra, quien deberá realizar las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estancas, señales y referencias que se dejen en el terreno.

###### **MOVIMIENTO DE TIERRAS:**

Hace referencia el presente artículo a los desmontes y terraplenes para conseguir en el terreno la explanación, la excavación realizada con medios mecánicos y/o manuales

y a la excavación de pozos y zanjas. Se van a adoptar las condiciones generales de seguridad en el trabajo así como las condiciones relativas a los materiales, control en la ejecución, valoración y mantenimiento que vienen especificadas en las siguientes normas:

- NTE-ADE "Explanaciones"
- NTE-AD "Acondicionamiento del Terreno, Desmontes"
- NTE-ADZ "Zanjas y pozos"
- NTE-ADV "Vaciados"

#### **CIMENTACIONES:**

Las secciones y cotas tendrán la profundidad que el Ingeniero Director señale. Los cimientos no se rellanarán hasta que el Director lo ordene. El Ingeniero Director está facultado para variar o introducir las modificaciones que juzgue oportunas en consecuencia a las características que presente el terreno. Se van a adoptar las condiciones relativas a materiales, control, valoración mantenimiento y seguridad especificados en las siguientes normas:

- NTE-CSC "Cimentaciones superficiales corridas"
- NTE-CSZ "Cimentaciones superficiales, Zapatas".
- NTE-CSL "Cimentaciones superficiales Losas".

#### **FORJADOS:**

El siguiente artículo regula los aspectos relacionados con la ejecución de forjados pretensados, autorresistentes armados de acero o de cualquier otra bovedilla cerámica de hormigón y fabricado en obra o prefabricado bajo cualquier patente. Las condiciones de ejecución, de seguridad en el trabajo, de control de ejecución, de valoración y de mantenimiento, son las establecidas en las normas NTE-EHU y NTE-EHR así como en el R.D. 1630/1980 de 18 de julio y en la NTE-EAF.

#### **ACERO LAMINADO:**

Se establecen en el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en los elementos de unión, como en los estructurales. También se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de ejecución, valoración y mantenimiento. Se adopta lo establecido en las siguientes normas:

- NBE-MV-103: "Acero laminado para estructuras de edificaciones", donde se fijan las características del acero laminado, la determinación de características y los productos laminados actualmente utilizados.
- NBE-MV-102: "Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación". Se fijan los tipos de uniones, la ejecución en taller, el montaje en obra, las tolerancias y las protecciones.
- NTE-EA: "Estructuras de acero".
- NBE-MT-106: "Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero".
- NBE-MV-105: "Roblones de acero".

**HORMIGONES:**

Hace referencia el presente artículo a las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa armado o pretensado fabricado en obra o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de mención, valoración y mantenimiento. Regirá lo previsto en la instrucción EH-99 para las obras de hormigón en masa o armado y las instrucciones EP-93 para las obras de hormigón pretensado. Así mismo se adopta lo establecido en las normas NTE-EH “Estructuras de Hormigón” y NTE-EME “Estructuras de madera. Encofrados”. Las características mecánicas de los materiales y dosificaciones y niveles de control son las que se fijan en los planos del presente proyecto (Cuadro de características EH-99 y especificaciones de los materiales)

**CUBIERTAS:**

Hace referencia el presente artículo a la cobertura de edificios con placas, tejas o plaquetas de fibrocemento, chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento de acero galvanizado, chapas de aleaciones ligeras, piezas de pizarra, placas de poliéster reforzado, cloruro de polivinilo rígido o polometacrilato de metilo, tejas cerámicas o de cemento o chapas lisas de zinc, en el que el propio elemento proporciona la estanqueidad. Asimismo se regulan las azoteas y los lucernarios. Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial y control de la ejecución, condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son los especificados en las siguientes normas:

- NTE-QTG: “Cubiertas. Tejados galvanizados”.
- NTE-QTF: “Cubiertas. Tejados de fibrocemento”.
- NTE-QTP: “Cubiertas. Tejados de pizarra”.
- NTE-QTZ: “Azoteas ajardinadas”.
- NTE-QLH: “Cubiertas. Lucernarios de hormigón translucido”.
- NTE-QTT: “Cubiertas. Tejados de tejas”.
- NTE-QTS: “Cubiertas. Tejados sintéticos”.
- NTE-QAN: “Cubiertas. Azoteas no transitables”.
- NTE-QAT: “Azoteas transitables”.
- NTE-QTEL: “Cubiertas. Tejados de aleaciones ligeras”.
- NTE-QLC: “Cubiertas. Lucernarios. Claraboyas”.
- NBE-MV-301/1970 sobre impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos. (Modificada por R.D. 2085/86 de 12 de Septiembre).

**ALBAÑILERÍA:**

Hace referencia el presente artículo a la fábrica de ladrillo, hormigón o piedra, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, escaleras, suelos y techos. Las condiciones fundamentales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento se especifican en las siguientes normas:

- NTE-EFL: “Estructuras de fábrica de ladrillo”.
- NTE-EFB: “Estructuras de fábrica de bloque”.
- NTE-FFB: “Fachadas de bloques”.
- NTE-FFL: “Fachadas de ladrillo”.
- NTE-PTP: “Tabiques prefabricados”.
- NTE-RPE: “Revestimiento de parámetros. Enfoscado”.
- NTE-RPA: “Revestimiento de parámetros. Alicatados”.
- NTE-RPR: “Revestimiento de parámetros. Revocos”.
- NTE-RSC: “Revestimientos de suelos continuos”.
- NTE-RPG: “Revestimiento de parámetros. Guarnecidos y enlucidos”.
- NTE-RTC: “Revestimiento de techos. Continuos”.
- NTE-RPP: “Revestimiento de parámetros. Pintura”.
- NTE-RSF: “Revestimiento de suelos flexibles”.
- NTE-RSC: “Revestimiento de suelos y escaleras continuos”.
- NTE-RSB: “Revestimiento de suelos y escaleras. Placas”.
- NTE-PTL: “Tabiques de ladrillo”.

### **CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA:**

Hace referencia el presente artículo a las condiciones de calidad y funcionalidad que han de reunir los equipos y materiales industriales relacionados con la ejecución y montaje de puertas, ventanas y demás elementos utilizados en particiones y accesos interiores. De este modo, regula el presente artículo las condiciones de ejecución, medición, valoración y criterios de mantenimiento. Se adoptara lo establecido en las siguientes normas:

- NTE-PMA: “Mamparas de madera”.
- NTE-PML: “Mampara de aleaciones ligeras”.
- NTE-PPA: “Puertas de acero”.
- NTE-PPM: “Puertas de madera”.

### **INSTALACIÓN ELÉCTRICA:**

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias. Asimismo se adoptan las diferentes condiciones previas en las normas.

- NTE-IER: “Instalaciones de electricidad. Red exterior”.
- NTE-IEI: “Alumbrado interior”.
- NTE-IEB: “Instalación eléctrica de Baja Tensión”
- NTE-IEP: “Puesta a tierra”.

### **INSTALACIÓN DE FONTANERÍA:**

El presente artículo regula las condiciones relativas a la ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento y distribución de agua. Se adopta lo establecido en las normas:

- NTE-IFF: “Instalaciones de fontanería. Agua fría”.
- NTE-IFA: “Instalaciones de fontanería”.

### **RED VERTICAL DE SANEAMIENTO:**

Hace referencia el presente artículo a la red de evacuación residuos y de aguas pluviales desde los puntos donde se recogen, hasta la red de alcantarillado o fosa séptica, así como a estos medios de evacuación. Las condiciones de ejecución, condiciones funcionales de los materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento son las establecidas en las normas:

- NTE-ISS: "Instalaciones de salubridad y saneamiento".

### **INSTALACIONES NO ESPECIFICADAS:**

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

### **3.3.2. PLANTACIÓN Y CULTIVO.**

#### **DIRECTOR DE LA EXPLOTACIÓN:**

El director de la explotación queda facultado para introducir las variaciones que estime conveniente, siempre y cuando no varíe en lo fundamental los principios que deben guiar la explotación. En este caso el director de la explotación será el promotor, el cual posee los conocimientos necesarios para el desarrollo de esta.

#### **OPERACIONES DE CULTIVO:**

Las labores de preparación del terreno, abonado, plantación, cuidados, recolección, etc. se realizarán de acuerdo a las normas establecidas en la memoria y los anejos respectivos a la misma.

#### **RECEPCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL:**

Los plántones pertenecen a la especie y variedad señalados en el anejo N°: \_\_\_\_\_ y reunirán las condiciones de edad, tamaño y desarrollados ahí indicados. Estarán totalmente sanas en cuanto a plagas y enfermedades, sin presentar ninguna fisiopatía, certificadas con la etiqueta correspondiente. No deberán tener bifurcaciones en los primeros 80cm, las plantas deberán tener un año de injerto, yemas en perfecto estado fisiológico para la plantación, y suficiente sistema radicular, que será indicado por el Ingeniero Director, y que se comprobará antes de comprar la planta quitando el contenedor de plástico a algún ejemplar. El tiempo transcurrido desde la recepción en parcela hasta su plantación será nulo en la práctica, su puesta en el terreno será inmediata, realizándose la traída de las plantas en tantos días como precise la plantación.

#### **FERTILIZANTES:**

Todos los fertilizantes usados en el cultivo deben estar autorizados por el ministerio pertinente, así como por la consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de



Comunidades de Castilla la Mancha. Todos los abonos que se proponen envasados llevarán etiqueta en la que se indicara la riqueza, denominación, precio neto y dirección del comerciante o fabricante que lo manipule o elabore.

#### **PRODUCTOS FITOSANITARIOS:**

Los productos fitosanitarios utilizados durante la explotación del proyecto estarán incluidos en la lista de productos a utilizar, elaborada por el Ministerio. Además, estos productos se almacenarán en un cuarto aislado y con las características requeridas, tal y como se describe en el anexo N°: \_\_\_ de construcciones.

#### **MAQUINARIA DE LA EXPLOTACIÓN:**

Las características de la maquinaria serán esencialmente las señaladas en el proyecto. Si por circunstancias comerciales, no fueran exactamente estas, quedaría autorizado el director de la explotación para introducir las variaciones convenientes, siempre que estas se ajusten lo más posible a las primeras. Las piezas que lo exijan deberían mantenerse suficientemente engrasadas. Durante el tiempo que están sin empleo, la maquinaria o las partes delicadas que lo requieran, deberían ser puestas a cubiertas del polvo y la humedad.

#### **OPERARIOS DE LA EXPLOTACIÓN:**

El tractorista, en el caso en que no sea el mismo encargado o trabajador de la finca, el que realice el papel, tendrá a su cargo el manejo y cuidado de la maquinaria, así mismo deberá dar cuenta de cuantos desperfectos o irregularidades se produzcan en la maquinaria. Los operarios trabajarán en condiciones de máxima seguridad en cuanto al uso de la maquinaria se refiere. El encargado de llevar la explotación o trabajador principal deberá instruirse en el manejo del cultivo, en caso de no estarlo.

En este caso, las labores de la explotación serán desarrolladas por el promotor, el cual tiene los conocimientos necesarios sobre la utilización de la maquinaria y las labores a realizar.

#### **MOTIVOS DE RECHAZO:**

Se tomarán muestras aleatoriamente de los envíos realizados y si se rechaza alguna planta, será reemplazada por el proveedor.

### **3.3.3. INSTALACIÓN DE RIEGO.**

#### **TUBERÍAS DE POLIETILENO:**

Su fabricación debe estar de acuerdo con la norma UNE 53.131. El Contratista presentará al Director de Obra documentos del fabricante que acrediten las características del material. Las tuberías de los ramales están definidas en el anexo de riego.

#### **TUBERÍAS DE PVC:**

Se asegurará que la empresa constructora realizara el control de calidad de forma seria y satisfactoria. Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en su superficie y se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante. Su fabricación

debe de estar de acuerdo con la norma UNE 53112 Tendrán los diámetros nominales expresados en el anejo correspondiente al riego.

#### **JUNTAS Y ACOPLES:**

Se preferirán los sistemas en que los acoplamientos sean del mismo material que los tubos. Se comprobará la estanqueidad de los acoples y juntas. Así mismo, se hará especial hincapié en la buena calidad de las coplas empleadas en juntas de este tipo.

#### **CONEXIONES:**

El Ingeniero Director, a su criterio, podrá utilizar piezas de conexión no detalladas en el presupuesto si así lo considera conveniente. Como conexión fija se considera la de laterales con la terciaria, ya que tiene que ser doble, o sea del tipo "Y". También se emplearan "T" reductoras donde fuera necesario.

#### **EQUIPO DE BOMBEO:**

Será capaz de suministrar el caudal a la presión que se detalla en la Memoria y Anejos, será de las características. La casa comercial suministradora de la bomba se responsabilizará del transporte e instalación definitiva y la comprobación del buen funcionamiento, según las pruebas que el Ingeniero Director estime oportunas. Al final de cada temporada de riego la bomba se desmontará y se protegerán sus piezas principales hasta la temporada siguiente. En caso de avería de la bomba en plena temporada de riego, se comprometerá la casa suministradora a su arreglo en el plazo de 48 horas.

#### **GOTEROS:**

Las características generales de los goteros están especificadas en el anejo de riego.

#### **INSTALACIÓN DE TUBERÍAS:**

La tubería principal y las secundarias irán enterradas en una zanja de 40 cm de profundidad. Serán montadas por personal especializado, teniendo especial cuidado en colocar las conexiones tuberías alimentadora- laterales en coincidencia exacta con las cañas dispuestas en el marqueo. Una vez instaladas y colocadas las tuberías se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas: en la primera, se cubrirán con una capa de tierra hasta la prueba hidráulica de instalación; en la segunda, se completará el relleno evitando que se formen huecos en las proximidades de las piezas.

#### **CABEZAL DE RIEGO:**

Se compone de todos los elementos que se especifican en la documentación técnica del proyecto, tales como filtros de arena y de malla, regulador, contador, manómetro, etc. Tiene especial importancia el hecho de que se ha dotado al cabezal de elementos por duplicado, es decir, dos filtros de arena y de malla, de esta forma se asegurará el funcionamiento de la instalación, en caso de avería de uno de ellos. Por ello se dotará a aquel de los pertinentes circuitos dobles de tubería y llaves para poder utilizar el filtro.

#### **PUESTA A PUNTO DE LA INSTALACIÓN:**

Antes de proceder a la instalación de cierres terminales, se limpiarán las tuberías, dejando correr el agua. Todos los años, antes de comenzar la campaña de riegos, se procederá al limpiado de las tuberías dejando correr el agua hasta que salga por los extremos de las tuberías terciarias, utilizando un producto no corrosivo para la limpieza de las mismas.

#### **UNIFORMIDAD DE RIEGO:**

El Ingeniero Director deberá determinar el coeficiente de uniformidad de riego recogiendo, como mínimo, 4 caudales de riego de 4 ramales representativos, siendo el valor mínimo admisible para el coeficiente de uniformidad del 90%.

#### **COMPROBACIÓN DE LA INSTALACIÓN:**

Una vez colocada la instalación, y realizadas las pruebas y comprobaciones, se procederá a la observación global de funcionamiento de dicha instalación. Haciendo especial hincapié en la comprobación del buen funcionamiento del cabezal, que ha de ajustarse a las especificaciones realizadas en el anejo correspondiente del presente proyecto. Así mismo, nos aseguraremos de la inexistencia de cavitaciones en la tubería.

#### **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA:**

La instalación fotovoltaica ha sido diseñada por el proyectista, sin embargo su suministro, instalación y puesta en marcha son competencia de la empresa suministradora. Esta empresa se responsabilizará del cumplimiento de la normativa existente, así como de garantizar un mantenimiento anual y un periodo de garantía de 5 meses.

### **4. CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.**

#### **BASE FUNDAMENTAL:**

Como base fundamental de éstas “Condiciones Generales de Índole Económica”, se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al proyecto y condiciones generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

#### **GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.**

El Ingeniero Director podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si este reúne todas condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el contratista antes de la firma del contrato.

#### **FIANZAS.**

Se podrá exigir al contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

## **EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA.**

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

## **DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA.**

La fianza depositada será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde de la localidad en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, de que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

## **PRECIOS CONTRADICTORIOS.**

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

- El adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que a su juicio debe aplicarse a la nueva unidad.
- La Dirección Técnica estudiará el que, según su criterio deba utilizarse. Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fiarle el Director y a concluirla a satisfacción e éste.

## **RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS.**

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar

aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la contrata. Las equivocaciones materiales u errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las “Condiciones Generales o Particulares de índole Facultativa”, sino en el caso de que el Ingeniero Director o el contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de 4 meses contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alteran la baja proporcional hecha en la contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

### **REVISIÓN DE PRECIOS**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en armonía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el contratista puede solicitarla del propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración del precio, que repercuta aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., adquiridos a precios inferiores a los pedidos por el contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión de los precios de los materiales, transportes, etc., adquiridos por el contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constructivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

### **ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO.**

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio. Por esa razón no se abonará al contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

### **VALORACIÓN DE LA OBRA.**

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que se tuviese asignado en el presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el contratista.

### **MEDIDAS PARCIALES Y FINALES.**

Las medidas parciales se verificarán en presencia del contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del contratista.

En el acta que se extienda, debe haberse verificado la medición y en los documentos que le acompañan deberá aparecer la confirmación del contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

### **EQUIVOCACIONES DEL PRESUPUESTO.**

Se supone que el contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medias o a precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna, si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

## **VALORACIÓN DE OBRAS COMPLETAS.**

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de la obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

## **CARÁCTER PROVISIONAL DE LAS LIQUIDACIONES PARCIALES.**

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de los jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar dicho contratista los comprobantes que se exijan.

## **PAGOS.**

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

## **SUSPENSIÓN POR RETRASO DE PAGOS.**

En ningún caso podrá el contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos con menor ritmo del que le corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

## **INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA.**

El contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de los ríos superiores a las que sean de prever en el país, siempre que exista constancia inequívoca de que el contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimientos de terreno en que estén construidas las obras.
- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos. La indemnización se referirá, exclusivamente a, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.
-

## **MEJORA DE LAS OBRAS.**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

## **SEGURO DE LOS TRABAJOS.**

El contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en todo momento, con el valor que tengan, por contrata, los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de la construcción. En ningún caso salvo conformidad expresa del contratista, hecha en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a la construcción de la parte siniestrada. La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Sociedad Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el contratista antes de contratarlos en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

## **5. CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE LEGAL. JURISDICCIÓN.**

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la obra, y en último término a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).



El contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y, además, a lo dispuesto por la Ley de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

### **ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS.**

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

### **PAGO DE ARBITRIOS.**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrados, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario.

No obstante, el contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

## **CAUSAS DE RESCISIÓN DE CONTRATO.**

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del contratista.
- La quiebra del contratista. En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
  - o La modificación del proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente, en más o menos, del 40% como mínimo de alguna de las unidades del proyecto modificadas.
  - o La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos, del 40%, como mínimo de alguna de las unidades del proyecto modificadas.
- La suspensión de la obra y, en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.
- El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del contrato.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La determinación del plazo de ejecución de la obra. Sin haber llegado a ésta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

EN SORIA A 12 DE JUNIO DE 2019

FDO: DANIEL MUÑOZ SOPEÑA

## **DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES**

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C01 UD CONSTRUCTIVA: NAVE**

**SUBCAPÍTULO C01.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS**

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                             |                      |                      |                      |                      |                      |       |       |               |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|-------|---------------|
| <b>D02AA501</b><br>1.001             | <b>M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA</b><br>M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.                                                                                              | 1,00                 | 16,00                | 13,00                | 0,25                 | 52,00                | 52,00 | 0,57  | 29,64         |
| <b>D02EP250</b><br>1.002             | <b>M3 EXCAV. MECÁNICA TERRENO DURO</b><br>M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia dura, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de capacidad de cazo, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de costes indirectos. | 18,00                | 1,30                 | 1,00                 | 0,50                 | 11,70                | 11,70 | 3,51  | 41,07         |
| <b>D02HF250</b><br>1.003             | <b>M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS C/AGOT. T.D.</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas de cimentación, en terreno de consistencia dura, con extracción de tierra a los bordes y con agotamiento de aguas, i/p.p. de costes indirectos.                            | 4,00<br>6,00<br>8,00 | 0,52<br>4,00<br>0,66 | 0,40<br>0,40<br>0,40 | 0,50<br>0,50<br>0,50 | 0,42<br>4,80<br>1,06 | 6,28  | 17,37 | 109,08        |
| <b>D02VF001</b><br>1.004             | <b>M3 TRANSPORTE TIERRAS &lt; 10 KM.</b><br>M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, con un recorrido total menor de 10 km., con camión volquete de 10 Tm., i/p.p. de costes indirectos.                                            | 1,00                 | 69,98                |                      |                      | 69,98                | 69,98 | 5,13  | 359,00        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.1 .....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                             |                      |                      |                      |                      |                      |       |       | <b>538,79</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIGONADO**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |      |      |      |       |  |  |  |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|-------|--|--|--|
| <b>D04IC103</b><br>1.005 | <b>M3 HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. M. ENCOF.</b><br>M3. Hormigón armado HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/armadura B-500 S (40 Kgs/m3), encofrado y desencofrado, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE. | 18,00 | 1,30 | 1,00 | 0,50 | 11,70 |  |  |  |
|                          | ZAPATAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 18,00 | 1,30 | 1,00 | 0,50 | 11,70 |  |  |  |
|                          | ZANJAS DE ATADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4,00  | 0,52 | 0,40 | 0,50 | 0,42  |  |  |  |
|                          | ZANJAS DE ATADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6,00  | 4,00 | 0,40 | 0,50 | 4,80  |  |  |  |
|                          | ZANJAS DE ATADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 8,00  | 0,66 | 0,40 | 0,50 | 1,06  |  |  |  |

# Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                               | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                          | Uds.  | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |          |         |        |           | 17,98    | 225,21 | 4.049,28        |
| <b>D04AK015</b>                      | <b>Ud PLACA CIMENTACIÓN 45x45x2 cm.</b>                                                                                                                                                                                                                                              |       |          |         |        |           |          |        |                 |
| 1.006                                | Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones 45x45x2 cm. con cuatro patillas de redondo liso de 12 mm. de diámetro, con una longitud cada una de ellas de 50 cm., soldadas, i/ taladros en diagonal opuestos, totalmente colocada.           | 18,00 | 1,00     |         |        | 18,00     |          |        |                 |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |          |         |        |           | 18,00    | 28,00  | 504,00          |
| <b>D04PM155</b>                      | <b>M2 SOLERA HA-25 #150*150*5 15 CM.</b>                                                                                                                                                                                                                                             |       |          |         |        |           |          |        |                 |
| 1.007                                | M2. Solera de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa N/mm2., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150*150*5 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE. | 1,00  | 15,00    | 10,00   | 0,15   | 22,50     |          |        |                 |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |          |         |        |           | 22,50    | 23,80  | 535,50          |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.2 .....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |          |         |        |           |          |        | <b>5.088,78</b> |

## SUBCAPÍTULO C01.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA METÁLICA

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |      |  |  |          |          |        |                 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|--|--|----------|----------|--------|-----------------|
| <b>D05AA001</b>                      | <b>Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |      |  |  |          |          |        |                 |
| 1.008                                | Kg. Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992. |        |      |  |  |          |          |        |                 |
|                                      | PILARES IPE 220                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 419,20 |      |  |  | 419,20   |          |        |                 |
|                                      | PILARES IPE 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 453,60 |      |  |  | 453,60   |          |        |                 |
|                                      | CORREAS DE CUBIERTA IPE256,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |      |  |  | 2.256,00 |          |        |                 |
|                                      | TIRANDILLAS IPE 80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 180,00 |      |  |  | 180,00   |          |        |                 |
|                                      | VIGA DE ATADO IPE 80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 125,22 |      |  |  | 125,22   |          |        |                 |
|                                      | ARRIOSTRAMIENTO UPN 12043,25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |      |  |  | 1.043,25 |          |        |                 |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |      |  |  |          | 4.477,27 | 1,51   | 6.760,68        |
| <b>D05GC905</b>                      | <b>M2 E. MET. SOP. CERCH. Y COR. L-10/20 m.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |      |  |  |          |          |        |                 |
| 1.009                                | M2. Estructura metálica, realizada con soportes, cerchas y correas de acero laminado, para luces de 10 a 20 m., totalmente montada, i/dos manos de minio y una de imprimación, según CTE/ DB-SE-A.                                                                                                                                                                         | 2,00   | 9,00 |  |  | 18,00    |          |        |                 |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |      |  |  |          | 18,00    | 106,65 | 1.919,70        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.3 .....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |      |  |  |          |          |        | <b>8.680,38</b> |

## SUBCAPÍTULO C01.4 CAPÍTULO 4: PARTICIONES

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código          | Descripción                                                                                                          | Uds.  | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
| <b>D09JC001</b> | <b>M2 PANEL ALVEOLAR HORMIGÓN 16</b>                                                                                 |       |          |         |        |           |          |        |                 |
| 1.010           | M2. Panel de cerramiento tipo placa alveolar de hormigón prefabricado de 16 cm. de espesor para colocar, color gris. |       |          |         |        |           |          |        |                 |
|                 |                                                                                                                      | 2,00  | 15,00    |         | 4,00   | 120,00    |          |        |                 |
|                 |                                                                                                                      | 2,00  | 10,00    |         | 4,00   | 80,00     |          |        |                 |
|                 | PUERTA                                                                                                               | -1,00 | 5,00     |         | 4,00   | -20,00    |          |        |                 |
|                 | VENTANAS                                                                                                             | -4,00 | 2,00     |         | 1,00   | -8,00     |          |        |                 |
|                 |                                                                                                                      |       |          |         |        |           | 172,00   | 7,68   | 1.320,96        |
| <b>AAAAA</b>    | <b>UD Muros separadores de hormigón prefabricado de dimensiones 3x1x0,15m y 19,27kN/m</b>                            |       |          |         |        |           |          |        |                 |
| 1.011           |                                                                                                                      |       |          |         |        |           |          |        |                 |
|                 |                                                                                                                      | 4,00  | 1,00     |         |        | 4,00      |          |        |                 |
|                 |                                                                                                                      |       |          |         |        |           | 4,00     | 223,87 | 895,48          |
|                 | <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.4 .....</b>                                                                                 |       |          |         |        |           |          |        | <b>2.216,44</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA**

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |       |      |  |        |        |       |                 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------|--|--------|--------|-------|-----------------|
| <b>D08NE101</b> | <b>M2 CUB. PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |       |      |  |        |        |       |                 |
| 1.012           | M2. Cubierta completa formada por panel de 30 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm. de espesor, perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano; panel anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares. |      |       |      |  |        |        |       |                 |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2,00 | 15,00 | 5,31 |  | 159,30 |        |       |                 |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |       |      |  |        | 159,30 | 39,56 | 6.301,91        |
|                 | <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.5 .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |       |      |  |        |        |       | <b>6.301,91</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

|                 |                                                                                                                                                                                |      |       |  |  |       |       |       |        |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--|--|-------|-------|-------|--------|
| <b>D08QI010</b> | <b>MI CANALÓN PVC 150mm.</b>                                                                                                                                                   |      |       |  |  |       |       |       |        |
| 1.013           | MI. Canalón de sección redonda y 15 cm. de desarrollo, y de PVC en color, i/recibido de soportes , piezas especiales y p.p. de costes indirectos.                              |      |       |  |  |       |       |       |        |
|                 |                                                                                                                                                                                | 2,00 | 15,00 |  |  | 30,00 |       |       |        |
|                 |                                                                                                                                                                                |      |       |  |  |       | 30,00 | 22,78 | 683,40 |
| <b>D08QC025</b> | <b>MI BAJANTE PVC 110mm.</b>                                                                                                                                                   |      |       |  |  |       |       |       |        |
| 1.014           | MI. Bajante pluvial de 110 mm. de diámetro realizado en PVC y prelacado en color, i/recibido de garras atornilladas al soporte, piezas especiales y p.p. de costes indirectos. |      |       |  |  |       |       |       |        |
|                 |                                                                                                                                                                                | 4,00 | 4,00  |  |  | 16,00 |       |       |        |
|                 |                                                                                                                                                                                |      |       |  |  |       | 16,00 | 12,64 | 202,24 |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                               | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto   |
|--------------------------------------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|---------------|
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.6 .....</b> |             |      |          |         |        |           |          |        | <b>885,64</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA**

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |      |      |      |       |       |       |                 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-----------------|
| <b>D21AM020</b><br>1.015             | <b>M2 VENTANA FIJA ALUMINIO 45X45</b><br>M2. Ventana fija con junquillos para fijación del vidrio, de aluminio anodizado natural de 13 micras con cerco de 45x45 mm., para un acristalamiento máximo de 37 mm. consiguiendo una reducción del nivel acústico de 40 dB, mainel para persiana, y costes indirectos. Homologada con Clase 4 en el ensayo de permeabilidad al aire según norma UNE-EN 1026:2000. La transmitancia máxima es de 5,7 W/m2 K y cumple en las zonas A y B, según el CTE/DB-HE 1. | 4,00 | 2,00 | 1,00 |      | 8,00  | 8,00  | 68,72 | 549,76          |
| <b>D23AE001</b><br>1.016             | <b>M2 PUERTA ABATIBLE CHAPA PEGASO</b><br>M2. Puerta abatible de dos hojas, a base de bastidor de tubo rectangular y chapa de acero tipo Pegaso, con cerco y perfil angular provisto de una garra por metro lineal y herrajes de colgar y de seguridad.                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,00 | 5,00 |      | 4,00 | 20,00 | 20,00 | 81,33 | 1.626,60        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.7 .....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |      |      |      |       |       |       | <b>2.176,36</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |  |  |  |      |      |        |        |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|--------|--------|
| <b>D45AB100</b><br>1.017 | <b>Ud MÓD. FOTOVOLTAICO PW 200, 200 Wp</b><br>Ud. Módulo fotovoltaico de silicio policristalinos, marca BAUER, modelo PW 200, Potencia máxima 200 Wp, clase de protección II, características eléctricas principales Vn=12 Vcc, Voc=45,12 Vcc, Vpmp=36,84 Vcc, Icc=5,77 A, Ipmp=5,43 A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP65 con 4 diodos de by-pass, conexión mediante multicontacto, bornera atornillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura (no incluida). Completamente montado, probado y funcionando. | 5,00 |  |  |  | 5,00 | 5,00 | 131,18 | 655,90 |
| <b>D45CD160</b><br>1.018 | <b>Ud INVERSOR STUDER AJ 1000-12 S</b><br>Ud. Inversor STUDER AJ 1000-12 S con regulador solar incorporado, 12 Vcc, 230 Vac. Potencia 1600 W , 1000 W continuos de salida con regulador de carga de 10 A, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,00 |  |  |  | 1,00 | 1,00 | 647,14 | 647,14 |

# Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                               | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
| <b>D45JA1001</b><br>1.019            | <b>Ud BAT. MONOBLOC POWER 24z, 24 Ah</b><br>Ud. Batería Monobloc para pequeñas instalaciones fotovoltaicas de 24V, 24 Ah en C100. Acumulador de plomo ácido y conector radicado en el interior. Incluso accesorios y pequeño material eléctrico. Totalmente montado, probado y funcionando.                                                                                                                                             | 2,00 |          |         |        | 2,00      | 2,00     | 76,85  | 153,70          |
| <b>D45BA100</b><br>1.020             | <b>Ud ESTRUCTURA CONSOLE 2.2 (Serie M)</b><br>Ud. Soporte de aplicación universal para placas solares en cubiertas planas, marca CONSOLE, modelo 4.2 (Serie M), fabricada en plástico 100% reciclado sin cloro (HDPE), incluso 2 perfiles U de aluminio, juego de 8 pernos hexagonales M6 x 20 mm, tuercas de auto ajuste M& y arandelas de 18 mm en acero inoxidable, lastre a cubierta. Completamente montada, probada y funcionando. | 5,00 |          |         |        | 5,00      | 5,00     | 43,17  | 215,85          |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.8 .....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |          |         |        |           |          |        | <b>1.672,59</b> |

## SUBCAPÍTULO C01.9 CAPÍTULO 9: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |      |  |  |      |      |        |        |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|--|--|------|------|--------|--------|
| <b>D45DB100</b><br>1.021 | <b>Ud C. M. P. PARA 1,5 kW C.A./10kA</b><br>Ud. Cuadros para mando y protección, en instalación tipo de 1,5 kW, en el lado de corriente alterna formado por dos cajas estancas, con grado de protección IP55, una en salida de inversor dotada de interruptor automático y diferencial, y otra en punto de conexión, dotada de interruptor de interconexión (ICP 10kA de poder de corte), incluso accesorios y pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando. | 1,00 |      |  |  | 1,00 | 1,00 | 323,25 | 323,25 |
| <b>D45HB100</b><br>1.022 | <b>MI COBRE DESN. PUESTA TIERRA 35 mm2</b><br>MI. Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 35 mm2 de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando.                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,00 | 4,50 |  |  | 4,50 | 4,50 | 46,45  | 209,03 |
| <b>D45HA100</b><br>1.023 | <b>Ud PICA TIERRA DE COBRE 1 m.</b><br>Ud. Pica de tierra de cobre de 1 m, incluyendo grapa GR-1 y pequeño material, totalmente instalada, probada y funcionando.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,00 |      |  |  | 1,00 | 1,00 | 64,43  | 64,43  |
| <b>D27JL110</b><br>1.024 | <b>MI CIRCUITO ELÉCTR. 3X2,5 mm2. (0,6/1Kv)</b><br>MI. Circuito eléctrico para el exterior o interior del edificio, realizado con tubo PVC corrugado de D=20/gp5 y conductores de cobre unipolares aislados para una tensión nominal de 06/1Kv y sección 3x2,5 mm2., en sistema monofásico, (activo, neutro y protección), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.                                                                                         |      |      |  |  |      |      |        |        |



Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                                               | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto      |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|------------------|
|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,00 | 50,00    |         |        | 50,00     | 50,00    | 7,20   | 360,00           |
| <b>D27JL115</b>                                      | <b>MI CIRCUITO ELÉCTR. 3X4 mm2. (0,6/1Kv)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |          |         |        |           |          |        |                  |
| 1.025                                                | MI. Circuito eléctrico para el exterior o interior del edificio, realizado con tubo PVC corrugado de D=20/gp5 y conductores de cobre unipolares aislados para una tensión nominal de 06/1Kv y sección 3x4 mm2., en sistema monofásico, (activo, neutro y protección), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.                                      | 1,00 | 35,00    |         |        | 35,00     | 35,00    | 7,69   | 269,15           |
| <b>D27KA001</b>                                      | <b>Ud PUNTO LUZ LED 100W</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |          |         |        |           |          |        |                  |
| 1.026                                                | Ud. Punto luz sencillo LED 100W con conductor de cobre unipolar aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 1,5 mm2., incluido, caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, , interruptor unipolar JUNG-501 U con tecla JUNG-AS 591, totalmente montado e instalado.                                                                               | 6,00 |          |         |        | 6,00      | 6,00     | 47,64  | 285,84           |
| <b>D27OD815</b>                                      | <b>Ud BASE ENCHUFE TUBO PVC ESTANCA P. C.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |          |         |        |           |          |        |                  |
| 1.027                                                | Ud. Base enchufe estanca de superficie JUNG-1500 W con toma tierra lateral de 20/26A(II+T.T) superficial realizado en tubo PVC rígido D=20 y conductor de cobre unipolar aislados, pública concurrencia ES07Z1-K 4 mm2 (activo, neutro y protección), incluido caja de registro, toma de corriente superficial y regletas de conexión, totalmente montado e instalado. | 2,00 |          |         |        | 2,00      | 2,00     | 38,44  | 76,88            |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.9 .....</b>                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |          |         |        |           |          |        | <b>1.588,58</b>  |
| <b>TOTAL CAPÍTULO CO1 UD CONSTRUCTIVA: NAVE.....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |          |         |        |           |          |        | <b>29.149,47</b> |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C02 UD CONSTRUCTIVA: CASETA DE RIEGO**

**SUBCAPÍTULO C02.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS**

|                                      |                                                                                                                                                                                                                  |       |       |      |      |       |       |      |              |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|--------------|
| <b>D02AA501</b><br>2.001             | <b>M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA</b><br>M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.                                                   | 1,00  | 10,00 | 5,00 | 0,25 | 12,50 | 12,50 | 0,57 | 7,13         |
| <b>D02VF001</b><br>2.002             | <b>M3 TRANSPORTE TIERRAS &lt; 10 KM.</b><br>M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, con un recorrido total menor de 10 km., con camión volquete de 10 Tm., i/p.p. de costes indirectos. | 12,50 |       |      |      | 12,50 | 12,50 | 5,13 | 64,13        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.1 .....</b> |                                                                                                                                                                                                                  |       |       |      |      |       |       |      | <b>71,26</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIGONADO**

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |       |      |  |       |       |       |                 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------|--|-------|-------|-------|-----------------|
| <b>D04PM155</b><br>2.003             | <b>M2 SOLERA HA-25 #150*150*5 15 CM.</b><br>M2. Solera de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/Ila N/mm2., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150*150*5 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE. | 1,00 | 10,00 | 5,00 |  | 50,00 | 50,00 | 23,80 | 1.190,00        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.2 .....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |       |      |  |       |       |       | <b>1.190,00</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |       |  |  |       |       |      |       |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|--|--|-------|-------|------|-------|
| <b>D05AA001</b><br>2.004 | <b>Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS</b><br>Kg. Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992. | PERFIL IPE 80 | 55,40 |  |  | 55,40 | 55,40 | 1,51 | 83,65 |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|--|--|-------|-------|------|-------|

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                               | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto  |
|--------------------------------------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|--------------|
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.3 .....</b> |             |      |          |         |        |           |          |        | <b>83,65</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.4 CAPÍTULO 4: ALBAÑILERÍA Y PARTICIONES**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |       |  |      |       |       |       |          |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--|------|-------|-------|-------|----------|
| <b>D07AA201</b><br>2.005 | <b>M2 FÁB. BLOQ. HORM. GRIS 40x20x20 cm.</b><br>M2. Fábrica de bloques de hormigón color gris de medidas 40x20x20 cm., para terminación posterior, i/relleno de hormigón HM-20 N/mm2 y armadura en zona según normativa y recibido con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, i/p.p. de piezas especiales, roturas, aplomados, nivelados y limpieza todo ello según CTE/ DB-SE-F. | 2,00  | 10,00 |  | 2,50 | 50,00 |       |       |          |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2,00  | 5,00  |  | 2,50 | 25,00 |       |       |          |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | -1,00 | 2,00  |  | 2,50 | -5,00 |       |       |          |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | -3,00 | 1,00  |  | 1,00 | -3,00 |       |       |          |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |       |  |      |       | 67,00 | 25,89 | 1.734,63 |

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |      |      |      |       |      |       |        |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|-------|------|-------|--------|
| <b>D07DC001</b><br>2.006 | <b>M2 FÁB. LADRILLO PERFORADO 7 cm. 1 pié</b><br>M2. Fábrica de 1 pié de espesor de ladrillo perforado de 24x12x7 cm., sentado con mortero de cemento (CEM II-A/P 32,5R) y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2 para posterior terminación, i/p.p. de replanteo, roturas, aplomado, nivelación, humedecido de piezas y colocación a restregón según CTE/ DB-SE-F. | 1,00  | 4,60 |      | 2,50 | 11,50 |      |       |        |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | -1,00 |      | 0,93 | 2,00 | -1,86 |      |       |        |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |      |      |      |       | 9,64 | 43,34 | 417,80 |

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |       |  |  |       |       |       |        |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--|--|-------|-------|-------|--------|
| <b>D13DG010</b><br>2.007 | <b>M2 ENFOSC. MAESTR. FRAT. M 15 VERT.</b><br>M2. Enfoscado maestreado y fratasado, de 20 mm. de espesor en toda su superficie, con mortero de cemento y arena de río M 15 según UNE-EN 998-2, sobre paramentos verticales, con maestras cada metro, i/preparación y humedecido de soporte, limpieza, medios auxiliares con empleo, en su caso, de andamiaje homologado, así como distribución de material en tajos y p.p. de costes indirectos. | 1,00 | 67,00 |  |  | 67,00 |       |       |        |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,00 | 9,64  |  |  | 9,64  |       |       |        |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |       |  |  |       | 76,64 | 12,79 | 980,23 |

**TOTAL SUBCAPÍTULO C02.4 .....** **3.132,66**

**SUBCAPÍTULO C02.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |       |      |  |       |  |  |  |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------|--|-------|--|--|--|
| <b>D08NE101</b><br>2.008 | <b>M2 CUB. PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV)</b><br>M2. Cubierta completa formada por panel de 30 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm. de espesor, perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano; panel anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares. | 2,00 | 10,00 | 2,65 |  | 53,00 |  |  |  |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------|--|-------|--|--|--|

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                               | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|--------------------------------------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
|                                      |             |      |          |         |        |           | 53,00    | 39,56  | 2.096,68        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.5 .....</b> |             |      |          |         |        |           |          |        | <b>2.096,68</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

|                                      |                                                                                                                                                                                                                |      |       |  |  |       |       |       |               |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--|--|-------|-------|-------|---------------|
| <b>D08QI010</b><br>2.009             | <b>MI CANALÓN PVC 150mm.</b><br>MI. Canalón de sección redonda y 15 cm. de desarrollo, y de PVC en color, i/recibido de soportes , piezas especiales y p.p. de costes indirectos.                              | 2,00 | 10,00 |  |  | 20,00 | 20,00 | 22,78 | 455,60        |
| <b>D08QC025</b><br>2.010             | <b>MI BAJANTE PVC 110mm.</b><br>MI. Bajante pluvial de 110 mm. de diámetro realizado en PVC y prelacado en color, i/recibido de garras atornilladas al soporte, piezas especiales y p.p. de costes indirectos. | 4,00 | 2,50  |  |  | 10,00 | 10,00 | 12,64 | 126,40        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.6 .....</b> |                                                                                                                                                                                                                |      |       |  |  |       |       |       | <b>582,00</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA**

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |      |      |      |      |      |        |               |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|--------|---------------|
| <b>D23AE001</b><br>2.011             | <b>M2 PUERTA ABATIBLE CHAPA PEGASO</b><br>M2. Puerta abatible de dos hojas, a base de bastidor de tubo rectangular y chapa de acero tipo Pegaso, con cerco y perfil angular provisto de una garra por metro lineal y herrajes de colgar y de seguridad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,00 | 2,00 |      | 2,50 | 5,00 | 5,00 | 81,33  | 406,65        |
| <b>D21AJ010</b><br>2.012             | <b>M2 VENTANA ABATIBLE ALUMINIO 50X40</b><br>M2. Ventana en hojas abatibles de aluminio anodizado natural de 13 micras con cerco de 50x40 mm., hoja de 70x48 mm. y 1,3 mm. de espesor, para un acristalamiento máximo de 30 mm. consiguiendo una reducción del nivel acústico de 39 dB, mainel para persiana, herrajes de colgar, p.p. de cerradura Tesa o similar y costes indirectos. Homologada con Clase 4 en el ensayo de permeabilidad al aire según norma UNE-EN 1026:2000. La transmitancia máxima es de 5,7 W/m2 K y cumple en las zonas A y B, según el CTE/DB-HE 1. | 4,00 | 1,00 | 1,00 |      | 4,00 | 4,00 | 123,43 | 493,72        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.7 .....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |      |      |      |      |      |        | <b>900,37</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                                                           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                         | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
| <b>D25DH010</b><br>2.013                                         | <b>MI TUBERÍA DE POLIETILENO 25 mm. 3/4"</b><br>MI. Tubería de polietileno de baja densidad y flexible, de 25 mm. y 10 Atm. serie Hersalen de Saenger en color negro, Une 53.131-ISO 161/1, i/p.p. de piezas especiales, totalmente instalada según CTE/DB-HS 4 suministro de agua. | 1,00 | 2,00     |         |        | 2,00      | 2,00     | 2,64   | 5,28            |
| <b>D25TX001</b><br>2.014                                         | <b>Ud INSTALACIÓN GRIFO DE LATÓN 3/4"</b><br>Ud. Grifo latón boca roscada de 3/4", totalmente instalado.                                                                                                                                                                            | 1,00 |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 10,89  | 10,89           |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.8 .....</b>                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |          |         |        |           |          |        | <b>16,17</b>    |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C02 UD CONSTRUCTIVA: CASETA DE RIEGO. ....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |          |         |        |           |          |        | <b>8.072,79</b> |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C03 UD CONSTRUCTIVA: VALLADO PERIMETRAL**

**SUBCAPÍTULO CO3.1 CAPÍTULO 1: CERRAMIENTO**

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |        |  |      |        |        |       |                 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|--|------|--------|--------|-------|-----------------|
| <b>D23KE010</b> | <b>MI MALLA GALV. GANADERA DE 1,50 M.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |        |  |      |        |        |       |                 |
| 3.001           | MI. Cercado con enrejado metálico galvanizado en caliente de malla ganadera de 1,50 m. de altura y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión, de 48 mm. de diámetro y tornapuntas de tubo de acero galvanizado de 32 mm. de diámetro, totalmente montada, i/recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4, tensores, grupillas y accesorios. | 1,00  | 383,89 |  |      | 383,89 |        |       |                 |
|                 | PUERTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -1,00 | 4,00   |  |      | -4,00  |        |       |                 |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |        |  |      |        | 379,89 | 16,65 | 6.325,17        |
| <b>D23AN605</b> | <b>M2 PUERTA METÁLICA MOD. VERJA 2 HOJA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |        |  |      |        |        |       |                 |
| 3.002           | M2. Puerta metálica abatible, tipo verja, formada por dos hojas y marco de tubo rectangular con pestaña de sección según dimensiones, guarnecido con rejillón electrosoldado, trama rectangular de retícula 150x50/D=5 mm, provistas con dispositivo de cierre para candado, i/ acabado con imprimación antioxidante, totalmente colocada.                | 1,00  | 4,00   |  | 1,50 | 6,00   |        |       |                 |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |        |  |      |        | 6,00   | 79,27 | 475,62          |
|                 | <b>TOTAL SUBCAPÍTULO CO3.1 .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |        |  |      |        |        |       | <b>6.800,79</b> |
|                 | <b>TOTAL CAPÍTULO C03 UD CONSTRUCTIVA: VALLADO PERIMETRAL. ....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |        |  |      |        |        |       | <b>6.800,79</b> |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C04 UD CONSTRUCTIVA: PLANTACIÓN**

**SUBCAPÍTULO C04.1 CAPÍTULO 1: PREPARACIÓN DEL TERRENO**

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                    |      |  |  |  |      |      |        |                 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|--------|-----------------|
| <b>PRT300FMS</b><br>4.001            | <b>HA SUBSOLADO DEL TERRENO</b><br>Ha de terreno subsolado con tractor de 130cv con implemento trasero del tipo subsolador de puas, trabajando a una profundidad aproximada de 70cm.                                                               | 8,00 |  |  |  | 8,00 | 8,00 | 186,43 | 1.491,44        |
| <b>PRT300FMC</b><br>4.002            | <b>HA LABOREO DEL TERRENO CON CULTIVADOR</b><br>Ha de terreno cultivado con tractor de 130cv con implemento trasero del tipo cultivador de 4m, trabajando a una profundidad aproximada de 20cm.                                                    | 8,00 |  |  |  | 8,00 | 8,00 | 62,32  | 498,56          |
| <b>PRT295GCS</b><br>4.003            | <b>HA DESPEDREGADO MECÁNICO DEL TERRENO</b><br>Ha de terreno despedregado con máquina tipo trailla traccionada por tractor de 130cv, sobre un terreno de densidad de piedras menor al 20% incluyendo el traslado de estas hasta la zona de acopio. | 4,00 |  |  |  | 4,00 | 4,00 | 72,62  | 290,48          |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C04.1 .....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                    |      |  |  |  |      |      |        | <b>2.280,48</b> |

**SUBCAPÍTULO C04.2 CAPÍTULO 2: REPLANTEO**

|                                      |                                                                                 |  |  |  |  |  |      |       |              |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|-------|--------------|
| <b>U01AT110</b><br>4.004             | <b>Hr Arq. técnico, Ing. Técnico...etc</b><br>Hr de replanteo sobre el terreno. |  |  |  |  |  | 2,00 | 28,50 | 57,00        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C04.2 .....</b> |                                                                                 |  |  |  |  |  |      |       | <b>57,00</b> |

**SUBCAPÍTULO C04.3 CAPÍTULO 3: PLANTACIÓN**

|                           |                                                    |      |  |  |  |      |      |        |        |
|---------------------------|----------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|--------|--------|
| <b>PPRD145TS</b><br>4.005 | <b>HA IMPLANTACIÓN DE ÁRBOLES SOBRE EL TERRENO</b> | 4,00 |  |  |  | 4,00 | 4,00 | 110,21 | 440,84 |
|---------------------------|----------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|--------|--------|

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                                                      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Uds.    | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición  | Precio | Presupuesto      |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|---------|--------|-----------|-----------|--------|------------------|
| <b>D39IE071</b><br>4.006                                    | <b>Ud PISTACIA VERA RAIZ DESNUDA</b><br>Ud. Suministro en parcela de pistacia vera (pistachero) en forma de plantón a raíz desnuda.                                                                                                                                                                 |         |          |         |        |           | 1.184,00  | 10,15  | 12.017,60        |
| <b>P12332E4</b><br>4.007                                    | <b>Ud PROTECTOR ROEDORES 40cm</b><br>Protector contra roedores, compuesto por red de disuasión de polietileno reciclable de 40 cm de altura, con resistencia a los rayos UV, de 0,8x0,8 cm de luz de malla, sujeta mediante abrazaderas de plástico a dos tutores de bambú de 4 a 6 mm de diámetro. |         |          |         |        |           | 1.076,00  | 0,40   | 430,40           |
| <b>T6789345</b><br>4.008                                    | <b>Ud TUTOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |          |         |        |           | 1.076,00  | 0,45   | 484,20           |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C04.3 .....</b>                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |          |         |        |           |           |        | <b>13.373,04</b> |
| <b>SUBCAPÍTULO C04.4 CAPÍTULO 4: LABORES POSTPLANTACIÓN</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |          |         |        |           |           |        |                  |
| <b>D39AE051</b><br>4.009                                    | <b>M2 LABOREO MECÁNICO DEL TERRENO</b><br>M2. Laboreo mecánico del terreno para plantaciones, hasta una profundidad de 0,20 m..                                                                                                                                                                     |         |          |         |        |           |           |        |                  |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | .000,00 |          |         |        | 40.000,00 | 40.000,00 | 0,92   | 36.800,00        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C04.4 .....</b>                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |          |         |        |           |           |        | <b>36.800,00</b> |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C04 UD CONSTRUCTIVA: PLANTACIÓN. ....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |          |         |        |           |           |        | <b>52.510,52</b> |



Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C05 UD CONSTRUCTIVA: INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO**

**SUBCAPÍTULO C05.1 CAPÍTULO 1: TUBERÍAS.**

|                 |                                                                                                                                                   |      |          |      |      |          |          |      |           |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|------|------|----------|----------|------|-----------|
| <b>D39GK301</b> | <b>MI ZANJA PARA RED DE RIEGO</b>                                                                                                                 |      |          |      |      |          |          |      |           |
| 5.001           | MI. Apertura de zanja para red de riego de 0.40x0.40 m., i/tapado posterior de la misma.                                                          |      |          |      |      |          |          |      |           |
|                 | TUBERÍA SECUNDARIA SECTC                                                                                                                          | 1,00 | 64,53    | 0,40 | 0,40 | 10,32    |          |      |           |
|                 | TUBERÍA SECUNDARIA SECTC                                                                                                                          | 1,00 | 87,98    | 0,40 | 0,40 | 14,08    |          |      |           |
|                 | TUBERÍA PRINCIPAL                                                                                                                                 | 1,00 | 17,95    | 0,40 | 0,40 | 2,87     |          |      |           |
|                 |                                                                                                                                                   |      |          |      |      |          | 27,27    | 2,49 | 67,90     |
| <b>D39GI505</b> | <b>MI TUBERÍA PVC D= 50 MM. P=10 KG/CM2.</b>                                                                                                      |      |          |      |      |          |          |      |           |
| 5.002           | MI. Suministro y montaje de tubería de PVC de 50 mm. de diámetro y 10 Kg/cm2 de presión, i/p.p. de piezas especiales.                             |      |          |      |      |          |          |      |           |
|                 | TUBERÍA DE ASPIRACIÓN                                                                                                                             | 1,00 | 104,50   |      |      | 104,50   |          |      |           |
|                 |                                                                                                                                                   |      |          |      |      |          | 104,50   | 5,29 | 552,81    |
| <b>D39GI305</b> | <b>MI TUBERÍA POLIETILENO D= 50 MM. PRES.</b>                                                                                                     |      |          |      |      |          |          |      |           |
| 5.003           | MI. Suministro y montaje de tubería de polietileno de 50 mm. de diámetro y 10 Kg/cm2 de presión, i/p.p. de piezas especiales.                     |      |          |      |      |          |          |      |           |
|                 | TUBERÍA PRINCIPAL                                                                                                                                 | 1,00 | 17,95    |      |      | 17,95    |          |      |           |
|                 | TUBERÍA SECUNDARIA SECTC                                                                                                                          | 1,00 | 64,53    |      |      | 64,53    |          |      |           |
|                 | TUBERÍA SECUNDARIA SECTC                                                                                                                          | 1,00 | 87,98    |      |      | 87,98    |          |      |           |
|                 |                                                                                                                                                   |      |          |      |      |          | 170,46   | 5,63 | 959,69    |
| <b>D39GI255</b> | <b>MI TUBERÍA POLIETILENO D= 32 MM. PRES.</b>                                                                                                     |      |          |      |      |          |          |      |           |
| 5.004           | MI. Suministro y montaje de tubería de polietileno de 32 mm. de diámetro y 10 Kg/cm2 de presión, i/p.p. de piezas especiales.                     |      |          |      |      |          |          |      |           |
|                 | TOTAL TUBERÍAS PORTAGOTI                                                                                                                          | 1,00 | 4.445,00 |      |      | 4.445,00 |          |      |           |
|                 |                                                                                                                                                   |      |          |      |      |          | 4.445,00 | 3,43 | 15.246,35 |
| <b>D39GI206</b> | <b>MI TUBERÍA POLIETILENO D= 25 MM. PRES.</b>                                                                                                     |      |          |      |      |          |          |      |           |
| 5.005           | MI. Suministro y montaje de tubería de polietileno de 25 mm. de diámetro y 10 Kg/cm2 de presión, i/p.p. de piezas especiales.                     |      |          |      |      |          |          |      |           |
|                 | TOTAL TUBERIAS PORTAGOTI                                                                                                                          | 1,00 | 700,00   |      |      | 700,00   |          |      |           |
|                 |                                                                                                                                                   |      |          |      |      |          | 700,00   | 2,98 | 2.086,00  |
| <b>D39GI205</b> | <b>MI TUBERÍA POLIETILENO D= 20 MM. PRES.</b>                                                                                                     |      |          |      |      |          |          |      |           |
| 5.006           | MI. Suministro y montaje de tubería de polietileno de 20 mm. de diámetro y 3 Kg/cm2 de presión, i/p.p. de piezas especiales.                      |      |          |      |      |          |          |      |           |
|                 | TOTAL TUBERÍAS PORTAAGO                                                                                                                           | 1,00 | 140,00   |      |      | 140,00   |          |      |           |
|                 |                                                                                                                                                   |      |          |      |      |          | 140,00   | 2,51 | 351,40    |
| <b>D39GI201</b> | <b>MI TUBERÍA POLIETILENO D= 16 MM. PRES.</b>                                                                                                     |      |          |      |      |          |          |      |           |
| 5.007           | MI. Suministro y montaje de tubería de polietileno de 16 mm. de diámetro y 3 Kg/cm2 de presión para riego por goteo, i/p.p. de piezas especiales. |      |          |      |      |          |          |      |           |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                               | Descripción                                                                                           | Uds.    | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto      |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|------------------|
|                                      | TOTAL TUBERÍAS PORTAGOTI                                                                              | 1,00    | 90,00    |         |        | 90,00     | 90,00    | 2,31   | 207,90           |
| <b>D39GE30011</b>                    | <b>Ud GOTERO AUTOCOMPENSANTE 4l/h</b>                                                                 |         |          |         |        |           |          |        |                  |
| 5.008                                | Ud. Suministro, colocación y puesta en ejecución de gotero autocompensante 4l/h totalmente instalado. |         |          |         |        |           |          |        |                  |
|                                      |                                                                                                       | .304,00 |          |         |        | 4.304,00  | 4.304,00 | 0,11   | 473,44           |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C05.1 .....</b> |                                                                                                       |         |          |         |        |           |          |        | <b>19.945,49</b> |

**SUBCAPÍTULO C05.2 CAPÍTULO 2: PIEZAS ESPECIALES**

|                   |                                                                                                                                      |       |  |  |  |       |       |       |        |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--|--|--|-------|-------|-------|--------|
| <b>D34AF0166</b>  | <b>MI VÁLVULA DE ESFERA 50mm</b>                                                                                                     |       |  |  |  |       |       |       |        |
| 5.009             | Válvula de esfera de 50mm, totalmente instalada i/ accesorios.                                                                       |       |  |  |  |       |       |       |        |
|                   | TUBERÍA PRINCIPAL                                                                                                                    | 1,00  |  |  |  | 1,00  |       |       |        |
|                   | TUBERÍA SECUNDARIA                                                                                                                   | 2,00  |  |  |  | 2,00  |       |       |        |
|                   |                                                                                                                                      |       |  |  |  |       | 3,00  | 14,06 | 42,18  |
| <b>D34AF0167</b>  | <b>MI VÁLVULA DE ESFERA 32mm</b>                                                                                                     |       |  |  |  |       |       |       |        |
| 5.010             | Válvula de esfera de 32mm, totalmente instalada i/ accesorios.                                                                       |       |  |  |  |       |       |       |        |
|                   | TUBERÍAS PORTAGOTEROS 3                                                                                                              | 13,00 |  |  |  | 13,00 |       |       |        |
|                   |                                                                                                                                      |       |  |  |  |       | 13,00 | 14,06 | 182,78 |
| <b>D34AF0168</b>  | <b>MI VÁLVULA DE ESFERA 25mm</b>                                                                                                     |       |  |  |  |       |       |       |        |
| 5.011             | Válvula de esfera de 25mm, totalmente instalada i/ accesorios.                                                                       |       |  |  |  |       |       |       |        |
|                   | TUBERÍAS PORTAGOTEROS 2                                                                                                              | 3,00  |  |  |  | 3,00  |       |       |        |
|                   |                                                                                                                                      |       |  |  |  |       | 3,00  | 14,06 | 42,18  |
| <b>D34AF0169</b>  | <b>MI VÁLVULA DE ESFERA 20mm</b>                                                                                                     |       |  |  |  |       |       |       |        |
| 5.012             | Válvula de esfera de 20mm, totalmente instalada i/ accesorios.                                                                       |       |  |  |  |       |       |       |        |
|                   | TUBERÍA PORTAGOTERO DE :                                                                                                             | 1,00  |  |  |  | 1,00  |       |       |        |
|                   |                                                                                                                                      |       |  |  |  |       | 1,00  | 14,06 | 14,06  |
| <b>D34AF01700</b> | <b>MI VÁLVULA DE ESFERA 16mm</b>                                                                                                     |       |  |  |  |       |       |       |        |
| 5.013             | Válvula de esfera de 16mm, totalmente instalada i/ accesorios.                                                                       |       |  |  |  |       |       |       |        |
|                   | TUBERÍA PORTAGOTERO DE                                                                                                               | 1,00  |  |  |  | 1,00  |       |       |        |
|                   |                                                                                                                                      |       |  |  |  |       | 1,00  | 14,06 | 14,06  |
| <b>D34AF028</b>   | <b>Ud VÁLVULA DE RETENCIÓN PN 50mm</b>                                                                                               |       |  |  |  |       |       |       |        |
| 5.014             | Válvula de retencion PN 10/16 de 50mm de diámetro, perfectamente instalada y verificada, incluyendo los costes de piezas auxiliares. |       |  |  |  |       |       |       |        |
|                   |                                                                                                                                      | 1,00  |  |  |  | 1,00  |       |       |        |
|                   |                                                                                                                                      |       |  |  |  |       | 1,00  | 54,63 | 54,63  |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                                                           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Uds.  | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
| <b>D36RE100</b><br>5.015                                         | <b>Ud VALVULA DE DESCARGA</b><br>Ud. Válvula dedescarga para tuberías depolietileno de diferentes diámetros., modelos BV-05-91 de BELGICAST o similar, PN 16, DN = 16,20,25 y 32 mm., i/ dado de anclaje y accesorios, colocada y probada.                                                                                                                    | 18,00 |          |         |        | 18,00     | 18,00    | 9,35   | 168,30          |
| <b>D39GA10111</b><br>5.016                                       | <b>Ud MANÓMETRO DE CONTROL</b><br>Ud. Suministro e instalación de programador electrónico TORO ó RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.                                                                                                                                                                                | 1,00  |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 116,13 | 116,13          |
| <b>D39GK501</b><br>5.017                                         | <b>Ud FILTRO DE MALLA EN "Y" DE 2"</b><br>Ud. Suministro e instalación de filtro de malla en "Y" de 2".                                                                                                                                                                                                                                                       | 1,00  |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 37,80  | 37,80           |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C05.2 .....</b>                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |          |         |        |           |          |        | <b>672,12</b>   |
| <b>SUBCAPÍTULO C05.3 CAPÍTULO 3: EQUIPO DE BOMBEO Y FILTRADO</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |          |         |        |           |          |        |                 |
| <b>D31SZ105</b><br>5.018                                         | <b>Ud EQUIPO DE BOMBEO SUMERGIBLE 5,5kW</b><br>Ud. Grupo de bombeo, uno de reserva, marca Grundfos o similar, para la impulsión del agua fría desde el colector alimentado por la unidad enfriadora de agua al circuito de fan-coils correspondiente a la planta zona locales sindicales de las siguientes características técnicas: Q=9800 l/h, Ps=20 m.c.a. | 1,00  |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 702,12 | 702,12          |
| <b>F97WW101</b><br>5.019                                         | <b>Ud FILTRO DE ARENA PARA INSTALACIÓN DE RIEGO</b><br>Suministro e instalación de equipo de filtrado de arena para instalación de riego por goteo, incluyendo las conexiones y piezas especiales.                                                                                                                                                            | 1,00  |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 354,65 | 354,65          |
| <b>F97WZ1000</b><br>5.020                                        | <b>Ud FILTRO DE MALLA PARA INSTALACIÓN DE RIEGO</b><br>Suministro e instalación de equipo de filtrado de malla para instalación de riego por goteo, incluyendo las conexiones y piezas especiales.                                                                                                                                                            | 1,00  |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 59,48  | 59,48           |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C05.3 .....</b>                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |          |         |        |           |          |        | <b>1.116,25</b> |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**SUBCAPÍTULO C05.4 CAPÍTULO 4: AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO**

|                                          |                                                                                                                                                                                         |      |  |  |  |      |      |        |               |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|--------|---------------|
| <b>D39GA041</b><br>5.021                 | <b>Ud PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 4 EST.</b><br>Ud. Suministro e instalación de programador electrónico TORO ó RAIN DIRD de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje. | 1,00 |  |  |  | 1,00 | 1,00 | 159,59 | 159,59        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C05.4 . . . . .</b> |                                                                                                                                                                                         |      |  |  |  |      |      |        | <b>159,59</b> |

**SUBCAPÍTULO C05.5 CAPÍTULO 5: EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN**

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |  |  |  |      |      |        |               |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|--------|---------------|
| <b>D25TA055</b><br>5.022                 | <b>Ud DEPÓSITO CIRCULAR DE POLIESTER DE 60 L.</b><br>Ud. Instalación de depósito circular de poliester de 60 l. de capacidad, con tapa del mismo material, i/llaves de corte de esfera de 1", tubería de cobre de 20-22 mm. y grifo de latón de 1/2", totalmente instalado. | 3,00 |  |  |  | 3,00 | 3,00 | 117,39 | 352,17        |
| <b>D44VV075</b><br>5.023                 | <b>Ud INYECTOR VENTURI PARA EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN</b><br>Ud de dispositivo de inyección de abono en red de riego venturi, perfectamente instalado y puesto en funcionamiento. incluyendo aquellas piezas y conexiones necesarias                                         | 1,00 |  |  |  | 1,00 | 1,00 | 197,79 | 197,79        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C05.5 . . . . .</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |  |  |  |      |      |        | <b>549,96</b> |

**SUBCAPÍTULO C05.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL RIEGO**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |  |  |  |       |       |        |          |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--|--|--|-------|-------|--------|----------|
| <b>D45AD130</b><br>5.024 | <b>Ud MÓD. FOTOVOLTAICO SW 330, 330 Wp</b><br>Ud. Módulo fotovoltaico de silicio policristalino, marca SOLARWORLD, modelo SW 330, Potencia máxima 330 Wp con tolerancia de ±3%, clase de protección II, características eléctricas principales Vn=24 Vcc, Voc=22,7 Vcc, Vpmp=45,75 Vcc, Icc=9,3 A, Ipmp=8,76 A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP65 con 4 diodos de by-pass, conexión mediante multicontacto, bornera atornillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura (no incluida). Completamente montado, probado y funcionando. | 18,00 |  |  |  | 18,00 | 18,00 | 171,36 | 3.084,48 |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--|--|--|-------|-------|--------|----------|

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                               | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Uds.  | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
| <b>D45CE170</b><br>5.025             | <b>Ud INVERSOR STUDER HPC 6000-24</b><br>Ud. Inversor STUDER HPC 6000-24 con cargador, 24 Vcc, 230 Vac. Potencia 5500 W (potencia pico 12000 W), con cargador de 100 A, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.                                                                                                                                                                                         | 1,00  |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 850,05 | 850,05          |
| <b>D45JA1001</b><br>5.026            | <b>Ud BAT. MONOBLOC POWER 24z, 24 Ah</b><br>Ud. Batería Monobloc para pequeñas instalaciones fotovoltaicas de 24V, 24 Ah en C100. Acumulador de plomo ácido y conector radicado en el interior. Incluso accesorios y pequeño material eléctrico. Totalmente montado, probado y funcionando.                                                                                                                                                                                | 3,00  |          |         |        | 3,00      | 3,00     | 76,85  | 230,55          |
| <b>D45HA100</b><br>5.027             | <b>Ud PICA TIERRA DE COBRE 1 m.</b><br>Ud. Pica de tierra de cobre de 1 m, incluyendo grapa GR-1 y pequeño material, totalmente instalada, probada y funcionando.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,00  |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 64,43  | 64,43           |
| <b>D45DB140</b><br>5.028             | <b>Ud C. M. P. PARA 5 kW C.A./10kA</b><br>Ud. Cuadros para mando y protección, en instalación tipo de 5 kW, en el lado de corriente alterna formado por dos cajas estancas, con grado de protección IP55, una en salida de inversor dotada de interruptor automático y diferencial, y otra en punto de conexión, dotada de interruptor de interconexión (ICP 10kA de poder de corte), incluso accesorios y pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando. | 1,00  |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 377,53 | 377,53          |
| <b>D36YL010</b><br>5.029             | <b>MI CABLE 0,6-1KV DE 3X2,5 MM2.</b><br>MI. Cable conductor de 0.6-1 kv. de 3x2.5 mm2, colocado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,00  | 3,00     |         |        | 3,00      |          |        |                 |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,00  | 3,00     |         |        | 3,00      | 6,00     | 0,82   | 4,92            |
| <b>D45BA100</b><br>5.030             | <b>Ud ESTRUCTURA CONSOLE 2.2 (Serie M)</b><br>Ud. Soporte de aplicación universal para placas solares en cubiertas planas, marca CONSOLE, modelo 4.2 (Serie M), fabricada en plástico 100% reciclado sin cloro (HDPE), incluso 2 perfiles U de aluminio, juego de 8 pernos hexagonales M6 x 20 mm, tuercas de auto ajuste M& y arandelas de 18 mm en acero inoxidable, lastre a cubierta. Completamente montada, probada y funcionando.                                    | 18,00 |          |         |        | 18,00     | 18,00    | 43,17  | 777,06          |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C05.6 .....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |          |         |        |           |          |        | <b>5.389,02</b> |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**TOTAL CAPÍTULO C05 UD CONSTRUCTIVA: INSTALACIÓN DE RIEGO POR 27.832,43**

=====

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C06 COMPRA DE EQUIPOS**

**SUBCAPÍTULO C06.1 AVENTADORA**

|                                      |                                                                                                         |      |  |  |  |      |      |        |               |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|--------|---------------|
| <b>PL791VN23</b><br>6.001            | <b>Ud AVENTADORA PARA FRUTOS SECOS</b><br>Ud de suministro de aventadora para limpieza de frutos secos. | 1,00 |  |  |  | 1,00 | 1,00 | 490,52 | 490,52        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C06.1 .....</b> |                                                                                                         |      |  |  |  |      |      |        | <b>490,52</b> |

**SUBCAPÍTULO C06.2 PELADORA**

|                                      |                                                                                                                                                                     |      |  |  |  |      |      |        |               |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|--------|---------------|
| <b>PLW442RTJ</b><br>6.002            | <b>Ud PELADORA DE FRUTOS SECOS</b><br>Ud de suministro de peladora de frutos secos incorporando las modificaciones necesarias para el uso en el pelado de pistacho. | 1,00 |  |  |  | 1,00 | 1,00 | 648,20 | 648,20        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C06.2 .....</b> |                                                                                                                                                                     |      |  |  |  |      |      |        | <b>648,20</b> |

**SUBCAPÍTULO C06.3 TIJERAS PODA**

|                                      |                                                                                                |      |  |  |  |      |      |        |               |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|--------|---------------|
| <b>TJT1004J</b><br>6.003             | <b>Ud TIJERA ELÉCTRICA DE PODA</b><br>Ud de tijera eléctrica para la poda de árboles frutales. | 1,00 |  |  |  | 1,00 | 1,00 | 359,12 | 359,12        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C06.3 .....</b> |                                                                                                |      |  |  |  |      |      |        | <b>359,12</b> |

**SUBCAPÍTULO C07.4 VIBRADOR**

|                                      |                                                                                                             |      |  |  |  |      |      |        |               |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|--------|---------------|
| <b>VBR430RV</b><br>6.004             | <b>Ud Vibrador de mochila frutos secos</b><br>Ud de vibrador de mochila con motor de gasolina de 2t y 42cc. | 1,00 |  |  |  | 1,00 | 1,00 | 783,87 | 783,87        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C07.4 .....</b> |                                                                                                             |      |  |  |  |      |      |        | <b>783,87</b> |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción                                      | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|--------|--------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
|        | <b>TOTAL CAPÍTULO C06 COMPRA DE EQUIPOS.....</b> |      |          |         |        |           |          |        | <b>2.281,71</b> |



Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                                | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>CAPÍTULO C07 SEGURIDAD Y SALUD</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |          |         |        |           |          |        |             |
| <b>D41AA212</b><br>7.001              | <b>Ud ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO</b><br>Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. | 2,00 |          |         |        | 2,00      | 2,00     | 150,59 | 301,18      |
| <b>D41AA820</b><br>7.002              | <b>Ud TRANSPORTE CASETA PREFABRICADA</b><br>Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra, incluso descarga y posterior recogida.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1,00 |          |         |        | 1,00      | 1,00     | 220,49 | 220,49      |
| <b>D41CA010</b><br>7.003              | <b>Ud SEÑAL STOP CON SOPORTE</b><br>Ud. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |          |         |        |           | 1,00     | 43,81  | 43,81       |
| <b>D41CA014</b><br>7.004              | <b>Ud SEÑAL CUADRADA CON SOPORTE</b><br>Ud. Señal de recomendación cuadrada normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |          |         |        |           | 1,00     | 51,47  | 51,47       |
| <b>D41CA254</b><br>7.005              | <b>Ud CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO</b><br>Ud. Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |          |         |        |           | 1,00     | 7,38   | 7,38        |
| <b>D41EA001</b><br>7.006              | <b>Ud CASCO DE SEGURIDAD</b><br>Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |          |         |        |           | 2,00     | 3,14   | 6,28        |
| <b>D41EA220</b><br>7.007              | <b>Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS</b><br>Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |          |         |        |           |          |        |             |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                                               | Descripción                                                                                                                        | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto   |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|---------------|
|                                                      |                                                                                                                                    |      |          |         |        |           | 2,00     | 11,70  | 23,40         |
| <b>D41EA401</b><br>7.008                             | <b>Ud MASCARILLA ANTIPOLVO</b><br>Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.                                                            |      |          |         |        |           | 2,00     | 2,92   | 5,84          |
| <b>D41EA601</b><br>7.009                             | <b>Ud PROTECTORES AUDITIVOS</b><br>Ud. Protectores auditivos, homologados.                                                         |      |          |         |        |           | 2,00     | 8,13   | 16,26         |
| <b>D41EC001</b><br>7.010                             | <b>Ud MONO DE TRABAJO</b><br>Ud. Mono de trabajo, homologado CE.                                                                   |      |          |         |        |           | 2,00     | 14,25  | 28,50         |
| <b>D41EC010</b><br>7.011                             | <b>Ud IMPERMEABLE</b><br>Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.                                                                |      |          |         |        |           | 2,00     | 5,18   | 10,36         |
| <b>D41EC500</b><br>7.012                             | <b>Ud CINTURÓN ANTILUMBAGO</b><br>Ud. Cinturón antilumbago cierre hebilla, homologado CE.                                          |      |          |         |        |           | 2,00     | 17,98  | 35,96         |
| <b>D41ED105</b><br>7.013                             | <b>Ud TAPONES ANTIRUIDO</b><br>Ud. Pareja de tapones antiruido espuma, homologado CE.                                              |      |          |         |        |           | 2,00     | 0,26   | 0,52          |
| <b>D41EE012</b><br>7.014                             | <b>Ud PAR GUANTES LONA/SERRAJE</b><br>Ud. Par de guantes de lona/serraje tipo americano primera calidad, homologado CE.            |      |          |         |        |           | 2,00     | 2,73   | 5,46          |
| <b>D41EG010</b><br>7.015                             | <b>Ud PAR BOTAS SEGUR. PUNT. SERRAJE</b><br>Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE. |      |          |         |        |           | 2,00     | 22,15  | 44,30         |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C07 SEGURIDAD Y SALUD. . . . .</b> |                                                                                                                                    |      |          |         |        |           |          |        | <b>801,21</b> |

# **DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTOS**

## ÍNDICE

- **JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.**
- **CUADRO DE PRECIOS N°1: PRECIOS UNITARIOS.**
- **CUADRO DE PRECIOS N°2: PRECIOS AUXILIARES.**
- **CUADRO DE PRECIOS N°3: PRECIOS DESCOMPUESTOS.**
- **PRESUPUESTO PARCIAL.**
- **PRESUPUESTO GENERAL.**

## **JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

El presupuesto ha sido elaborado mediante el programa "PREMETI", por lo que los precios de los diferentes componentes han sido extraídos de su base de datos, además de la base de precios de dicho programa se ha consultado la base de precios de Tragsa y del Ministerio de Agricultura.

**CUADRO DE PRECIOS N°1: PRECIOS UNITARIOS**

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en **DETALLE DE LOS PRECIOS**

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Importe |
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|

**PRECIOS UNITARIOS**

**U01 MANO DE OBRA**

|          |    |                                  |          |       |           |
|----------|----|----------------------------------|----------|-------|-----------|
| U01AA007 | Hr | Oficial primera                  | 19,90    | 16,17 | 321,78    |
| U01AA008 | Hr | Oficial segunda                  | 17,55    | 15,34 | 269,22    |
| U01AA010 | Hr | Peón especializado               | 18,30    | 14,56 | 266,43    |
| U01AA011 | Hr | Peón suelto                      | 68,40    | 14,41 | 985,57    |
| U01AA015 | Hr | Maquinista o conductor           | 7,59     | 14,80 | 112,30    |
| U01AT110 | Hr | Arq. técnico, Ing. Técnico...etc | 2,00     | 28,50 | 57,00     |
| U01FA103 | Hr | Oficial 1ª encofrador            | 13,85    | 22,30 | 308,74    |
| U01FA105 | Hr | Ayudante encofrador              | 13,85    | 18,90 | 261,67    |
| U01FA201 | Hr | Oficial 1ª ferralla              | 11,30    | 18,00 | 203,33    |
| U01FA204 | Hr | Ayudante ferralla                | 11,30    | 16,50 | 186,38    |
| U01FG405 | Hr | Montaje estructura metal.        | 123,50   | 17,20 | 2.124,15  |
| U01FJ219 | M2 | Mano obra bloq.hormig. 20cm      | 67,00    | 12,00 | 804,00    |
| U01FL010 | M2 | M.o.coloc.ladr.macizo 1 pie      | 9,64     | 21,00 | 202,44    |
| U01FO343 | M2 | M.o.coloc.cub.panel ch+aisl+ch   | 212,30   | 5,60  | 1.188,88  |
| U01FQ115 | M2 | M.o.enfoscado maestreado vert.   | 76,64    | 9,00  | 689,76    |
| U01FR009 | Hr | Jardinero                        | 2,00     | 13,00 | 26,00     |
| U01FR011 | Hr | Peón especializado jardinero     | 3.200,00 | 11,00 | 35.200,00 |
| U01FR013 | Hr | Peón ordinario jardinero         | 864,49   | 10,50 | 9.077,16  |
| U01FX001 | Hr | Oficial cerrajería               | 11,15    | 15,90 | 177,29    |
| U01FX003 | Hr | Ayudante cerrajería              | 10,25    | 13,80 | 141,45    |
| U01FX105 | M2 | Mano obra montaje malla GANADERA | 569,84   | 6,50  | 3.703,93  |
| U01FY105 | Hr | Oficial 1ª fontanero             | 20,05    | 15,50 | 310,78    |
| U01FY106 | Hr | Oficial 2ª fontanero             | 0,50     | 14,60 | 7,30      |
| U01FY110 | Hr | Ayudante fontanero               | 9,75     | 13,70 | 133,58    |
| U01FY625 | Hr | Oficial esp.inst. eléctrica      | 0,06     | 18,00 | 1,08      |
| U01FY627 | Hr | Peón especi.inst. eléctrica      | 3,06     | 13,60 | 41,62     |
| U01FY630 | Hr | Oficial primera electricista     | 16,11    | 16,50 | 265,82    |
| U01FY635 | Hr | Ayudante electricista            | 12,75    | 13,90 | 177,23    |

**U02 MAQUINARIA**

|          |    |                              |        |       |        |
|----------|----|------------------------------|--------|-------|--------|
| U02FA001 | Hr | Pala cargadora 1,30 M3.      | 0,65   | 22,00 | 14,19  |
| U02FK001 | Hr | Retroexcavadora              | 1,01   | 28,00 | 28,14  |
| U02FK012 | Hr | Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3 | 0,53   | 55,00 | 28,99  |
| U02JA003 | Hr | Camión 10 T. basculante      | 5,94   | 34,00 | 201,93 |
| U02LA201 | Hr | Hormigonera 250 l.           | 2,25   | 1,30  | 2,93   |
| U02SM005 | Hr | Grupo motobomba de 6 C.V.    | 0,50   | 6,40  | 3,21   |
| U02SW001 | Lt | Gasóleo A                    | 120,77 | 1,06  | 128,02 |
| U02SW005 | Ud | Kilowatio                    | 7,88   | 0,14  | 1,10   |

**U04 ÁRIDOS, CONGLOM., ADITIVOS Y VARIOS**

|          |    |                                  |       |        |          |
|----------|----|----------------------------------|-------|--------|----------|
| U04AA001 | M3 | Arena de río (0-5mm)             | 4,00  | 24,50  | 97,88    |
| U04AA101 | Tm | Arena de río (0-5mm)             | 0,92  | 16,33  | 14,97    |
| U04AF050 | Tm | Gravilla 5/20 mm.                | 1,68  | 29,00  | 48,58    |
| U04AF150 | Tm | Garbancillo 20/40 mm.            | 0,16  | 31,10  | 4,91     |
| U04CA001 | Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 1,82  | 108,20 | 197,14   |
| U04MA723 | M3 | Hormigón HA-25/P/20/ Ila central | 10,88 | 99,06  | 1.077,28 |
| U04MA733 | M3 | Hormigón HA-25/P/40/ Ila central | 17,98 | 99,07  | 1.781,28 |
| U04PY001 | M3 | Agua                             | 1,24  | 1,44   | 1,78     |



Proyecto de explotación para la producción de pistachos en **DETALLE DE LOS PRECIOS**

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Importe |
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|

## PRECIOS UNITARIOS

### U06 ACERO PARA ARMAR Y TALLER

|          |    |                                      |          |      |          |
|----------|----|--------------------------------------|----------|------|----------|
| U06AA001 | Kg | Alambre atar 1,3 mm.                 | 9,23     | 1,13 | 10,43    |
| U06DA010 | Kg | Puntas plana 20x100                  | 2,37     | 1,47 | 3,49     |
| U06FA020 | Kg | Varilla lisa de 12 mm.               | 38,70    | 0,73 | 28,25    |
| U06GD010 | Kg | Acero corrugado elaborado y colocado | 167,50   | 1,01 | 169,18   |
| U06GG001 | Kg | Acero corrugado B 500-S              | 755,16   | 0,80 | 604,13   |
| U06HA010 | M2 | Mallazo electrosoldado 15x15 d=5     | 87,00    | 1,51 | 131,37   |
| U06JA001 | Kg | Acero laminado S275J0                | 5.645,97 | 1,02 | 5.758,89 |
| U06QH010 | Kg | Chapón cortado a medida de 15 mm     | 345,60   | 0,73 | 252,29   |

### U07 MADERA PARA ENCOFRAR Y CUBRIR

|          |    |                             |      |        |       |
|----------|----|-----------------------------|------|--------|-------|
| U07AI001 | M3 | Madera pino encofrar 26 mm. | 0,51 | 136,00 | 69,90 |
|----------|----|-----------------------------|------|--------|-------|

### U08 PREFABRICADOS PARA ESTRUCTURAS

|          |    |                        |        |      |          |
|----------|----|------------------------|--------|------|----------|
| U08JG038 | M2 | P.ALVEOALR HORMIGÓN 16 | 172,00 | 7,45 | 1.281,40 |
|----------|----|------------------------|--------|------|----------|

### U10 MAT. CERÁMICO Y PREF. ALBAÑILERÍA

|          |    |                               |        |      |        |
|----------|----|-------------------------------|--------|------|--------|
| U10AA005 | Ud | Bloque hormigón gris 40x20x20 | 837,50 | 0,50 | 418,75 |
| U10DA001 | Ud | Ladrillo cerámico 24x12x7     | 964,00 | 0,11 | 106,04 |

### U12 MATERIAL DE CUBIERTA

|          |    |                                  |        |       |          |
|----------|----|----------------------------------|--------|-------|----------|
| U12CZ015 | Ud | Torn.autorroscante 6,3x120       | 530,75 | 0,18  | 95,54    |
| U12NC520 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=333mm    | 84,92  | 3,47  | 294,67   |
| U12NC540 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=666mm    | 42,46  | 6,90  | 292,97   |
| U12NI030 | M2 | Panel lac/galv. 30mm Aceralia T. | 214,42 | 29,30 | 6.282,59 |
| U12QC005 | MI | Baj.PVC.prelac.d=110 mm. IMS     | 27,04  | 5,68  | 153,59   |
| U12QC400 | Ud | Codo PVC.prelac. v.diám. IMS     | 3,90   | 3,61  | 14,08    |
| U12QC501 | Ud | Abrazad.chapa prelac. IMS        | 13,00  | 1,18  | 15,34    |
| U12QI002 | MI | Canal.redPVC 150mm               | 52,00  | 6,15  | 319,80   |
| U12QI301 | Ud | Unión canal. Amazon c.blanco     | 105,00 | 3,78  | 396,90   |

### U20 CARPINTERÍA DE ALUMINIO

|          |    |                                         |      |       |        |
|----------|----|-----------------------------------------|------|-------|--------|
| U20AB005 | M2 | Carp. alum. nat. ventana abatible 50x40 | 4,00 | 79,45 | 317,80 |
| U20AC010 | M2 | Ventana fija aluminio natural 45x45     | 8,00 | 62,26 | 498,08 |
| U20XC150 | Ud | Cerr. embut. palanca basc. Tesa 2230    | 4,00 | 34,45 | 137,80 |

### U22 CERRAJERÍA

|          |    |                                        |        |       |          |
|----------|----|----------------------------------------|--------|-------|----------|
| U22AA101 | M2 | Puerta abatible chapa Pegaso           | 25,00  | 74,50 | 1.862,50 |
| U22AA970 | M2 | Puer.metá,abat.mod Verja 2 Hojas       | 6,00   | 72,50 | 435,00   |
| U22KA004 | Ud | Poste 150 cm. tubo acero galv.diam. 48 | 113,97 | 5,86  | 667,85   |
| U22KA054 | Ud | Poste arranque acero galv. de 1,50 m.  | 30,39  | 7,78  | 236,44   |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en **DETALLE DE LOS PRECIOS**

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Importe |
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|

**PRECIOS UNITARIOS**

|          |    |                           |        |      |          |
|----------|----|---------------------------|--------|------|----------|
| U22KE055 | M2 | Malla galv.ganadera 150cm | 569,84 | 2,27 | 1.293,53 |
|----------|----|---------------------------|--------|------|----------|

**U24 FONTANERÍA I : TUB. ABASTECIMIENTO**

|          |    |                                   |      |       |        |
|----------|----|-----------------------------------|------|-------|--------|
| U24DF055 | Ud | Depósito circular de 60 l. c/tapa | 3,00 | 42,10 | 126,30 |
| U24LA006 | MI | Tubería de cobre de 20*22 mm.     | 3,00 | 5,26  | 15,78  |
| U24LD010 | Ud | Codo cobre h-h de 22 mm.          | 3,60 | 0,46  | 1,66   |
| U24LD210 | Ud | Te cobre h-h-h de 22 mm.          | 2,10 | 0,96  | 2,02   |
| U24PA004 | MI | Tub. polietileno 10 Atm 25 mm     | 2,00 | 0,78  | 1,56   |
| U24PD102 | Ud | Enlace recto polietileno 25 mm    | 0,40 | 1,55  | 0,62   |
| U24ZA002 | MI | Tubo corrugado D=23 mm.           | 3,00 | 0,24  | 0,72   |

**U26 FONTANERÍA III :VÁLV., GRIFER., ACC.**

|          |    |                        |      |      |       |
|----------|----|------------------------|------|------|-------|
| U26AR004 | Ud | Llave de esfera 1"     | 6,00 | 6,46 | 38,76 |
| U26GX001 | Ud | Grifo latón rosca 1/2" | 3,00 | 5,92 | 17,76 |
| U26GX002 | Ud | Grifo latón rosca 3/4" | 1,00 | 8,24 | 8,24  |

**U28 CALEFACCIÓN I : TUB., ACCES.Y VÁLV.**

|           |    |                             |       |       |        |
|-----------|----|-----------------------------|-------|-------|--------|
| U28DF1033 | Ud | Valv.esfera Roca S/850 50mm | 21,00 | 5,90  | 123,90 |
| U28DM100  | Ud | Valv.reten.PN 10/16 50mm    | 1,00  | 23,84 | 23,84  |

**U30 ELECTRICIDAD**

|          |    |                                      |        |       |        |
|----------|----|--------------------------------------|--------|-------|--------|
| U30JA012 | MI | Conductor 0,6/1Kv 2x2,5 (Cu)         | 75,00  | 1,06  | 79,50  |
| U30JA015 | MI | Conductor 0,6/1Kv 2x4 (Cu)           | 52,50  | 1,37  | 71,93  |
| U30JW001 | MI | Conductor rígido 750V;1,5(Cu)        | 108,00 | 0,30  | 32,40  |
| U30JW058 | MI | Conductor ES07Z1-K 4(Cu)             | 48,00  | 0,65  | 31,20  |
| U30JW120 | MI | Tubo PVC corrugado M 20/gp5          | 145,00 | 0,56  | 81,20  |
| U30JW551 | Ud | Caja metálica Crady                  | 2,00   | 3,40  | 6,80   |
| U30JW900 | Ud | p.p. cajas, regletas y peq. material | 65,50  | 0,38  | 24,89  |
| U30KA001 | Ud | Mecanismo Interruptor JUNG-501 U     | 6,00   | 4,14  | 24,84  |
| U30KA006 | Ud | Tecla sencilla marfil JUNG-AS 591    | 6,00   | 1,69  | 10,14  |
| U30KA062 | Ud | Proyector LED 100W                   | 6,00   | 23,56 | 141,36 |
| U30OC510 | Ud | B.e.superf.10/16A JUNG-621 W         | 2,00   | 7,04  | 14,08  |

**U32 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN**

|          |    |                                   |      |        |        |
|----------|----|-----------------------------------|------|--------|--------|
| U32UT105 | Ud | Equipo de bombeo sumergible 5,5kW | 1,00 | 640,87 | 640,87 |
|----------|----|-----------------------------------|------|--------|--------|

**U36 PINTURAS**

|          |    |                     |       |      |        |
|----------|----|---------------------|-------|------|--------|
| U36IA010 | Lt | Minio electrolítico | 56,46 | 9,70 | 547,66 |
|----------|----|---------------------|-------|------|--------|

**U37 URBANIZACIÓN**

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Importe |
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|

**PRECIOS UNITARIOS**

|          |    |                             |       |      |        |
|----------|----|-----------------------------|-------|------|--------|
| U37RE100 | Ud | VÁLVULA DE DESCARGA         | 18,00 | 7,50 | 135,00 |
| U37YO010 | MI | Cable de .06-1kv 3x2.50 mm2 | 6,00  | 0,48 | 2,88   |

**U40 JARDINERÍA Y RIEGO**

|          |    |                                                   |          |        |           |
|----------|----|---------------------------------------------------|----------|--------|-----------|
| U40AA100 | Ud | Programador elec.4 estaciones                     | 1,00     | 117,14 | 117,14    |
| U40AA300 | Ud | Manómetro de control de instalación 4G            | 1,00     | 74,95  | 74,95     |
| U40AE235 | Ud | Gotero autocompensante rojo 4l/h                  | 4.304,00 | 0,10   | 430,40    |
| U40AG190 | MI | Tub.polietileno 16 mm./3 atm                      | 90,00    | 0,66   | 59,40     |
| U40AG200 | MI | Tub.polietileno 20 mm./10 atm                     | 140,00   | 0,43   | 60,20     |
| U40AG205 | MI | Tub.polietileno 25 mm./10 atm                     | 700,00   | 0,78   | 546,00    |
| U40AG210 | MI | Tub.polietileno 32 mm./10 atm                     | 4.445,00 | 1,11   | 4.933,95  |
| U40AG220 | MI | Tub.polietileno 50 mm./10 atm                     | 170,46   | 3,03   | 516,49    |
| U40AG226 | Ud | Piezas de enlace de polietileno                   | 3.781,91 | 1,05   | 3.971,01  |
| U40AG260 | MI | Tub.p.v.c. 50 mm./10 atm                          | 104,50   | 3,04   | 317,68    |
| U40AG275 | Ud | Piezas de enlace P.V.C.                           | 94,05    | 0,69   | 64,89     |
| U40AK500 | Ud | Filtro de malla 50mm                              | 1,00     | 23,05  | 23,05     |
| U40GA110 | Ud | Pistacia vera variedad Kerman,Peter, Guerrero, Ch | 1.184,00 | 9,85   | 11.662,40 |
| U40SE116 | Hr | Motocultor                                        | 80,00    | 5,66   | 452,80    |

**U42 SEGURIDAD Y SALUD**

|          |    |                                    |      |        |        |
|----------|----|------------------------------------|------|--------|--------|
| U42AA212 | Ud | Alquiler caseta oficina con aseo   | 2,00 | 146,20 | 292,40 |
| U42AA820 | Ud | Transporte caseta prefabricada     | 1,00 | 185,25 | 185,25 |
| U42CA001 | Ud | Señal circular D=600 mm            | 0,33 | 79,62  | 26,27  |
| U42CA014 | Ud | Señal cuadrada recomendación       | 0,33 | 102,15 | 33,71  |
| U42CA254 | Ud | Cartel de prohibido el paso a obra | 1,00 | 5,72   | 5,72   |
| U42CA501 | Ud | Soporte metálico para señal        | 0,66 | 14,70  | 9,70   |
| U42EA001 | Ud | Casco de seguridad homologado      | 2,00 | 3,05   | 6,10   |
| U42EA220 | Ud | Gafas contra impactos.             | 2,00 | 11,36  | 22,72  |
| U42EA401 | Ud | Mascarilla antipolvo               | 2,00 | 2,84   | 5,68   |
| U42EA601 | Ud | Protectores auditivos.             | 2,00 | 7,89   | 15,78  |
| U42EC001 | Ud | Mono de trabajo.                   | 2,00 | 13,84  | 27,68  |
| U42EC010 | Ud | Traje de agua amarillo-verde       | 2,00 | 5,03   | 10,06  |
| U42EC500 | Ud | Cinturón antivibratorio.           | 2,00 | 17,45  | 34,90  |
| U42ED105 | Ud | Tapones antiruido                  | 2,00 | 0,25   | 0,50   |
| U42EE012 | Ud | Par Guantes lona/serraje           | 2,00 | 2,65   | 5,30   |
| U42EG010 | Ud | Par de botas seguri.con punt.serr. | 2,00 | 21,50  | 43,00  |

**U45 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

|          |    |                                                   |       |        |          |
|----------|----|---------------------------------------------------|-------|--------|----------|
| U45AA100 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                  | 14,35 | 27,40  | 393,19   |
| U45AA200 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (A)                    | 14,35 | 23,80  | 341,53   |
| U45AA300 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (B)                  | 4,60  | 27,40  | 126,04   |
| U45AA400 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (B)                    | 4,60  | 23,80  | 109,48   |
| U45BB100 | Ud | Panel Photowatt PW 500, 55 Wp                     | 5,00  | 116,49 | 582,45   |
| U45BD130 | Ud | Solarworld SW 220, 220 Wp                         | 18,00 | 155,30 | 2.795,40 |
| U45CA100 | Ud | Estructura unitaria, tejado plano, Serie M        | 23,00 | 31,46  | 723,58   |
| U45DD160 | Ud | Inv. STUDER AJ 1000-12-S, 12 Vcc, 230 Vac, reg.c  | 1,00  | 573,96 | 573,96   |
| U45DE170 | Ud | Inv. STUDER HPC 5500-24, 24 Vcc, 230 Vac, carg    | 1,00  | 769,98 | 769,98   |
| U45GE150 | Ud | Caja con ventana precintable, 2mód, IP55          | 2,00  | 25,81  | 51,62    |
| U45GE160 | Ud | Caja con ventana precintable, 6mód, IP55 (176x40  | 2,00  | 37,74  | 75,48    |
| U45GH100 | Ud | Equipo auxiliares protección y mando 1,5-3,5 kW C | 1,00  | 197,53 | 197,53   |
| U45GH300 | Ud | Equipo auxiliares protección y mando 5 kW C.A.    | 1,00  | 224,36 | 224,36   |

**Proyecto de explotación para la producción de pistachos en DETALLE DE LOS PRECIOS**

| Código                   | Ud. | Descripción                                  | Cantidad | Precio | Importe |
|--------------------------|-----|----------------------------------------------|----------|--------|---------|
| <b>PRECIOS UNITARIOS</b> |     |                                              |          |        |         |
| U45HA100                 | Ud  | Pica de cobre 1m                             | 2,00     | 9,08   | 18,16   |
| U45HA300                 | Ud  | Grapa pica GR-1 (Cu-14M)                     | 2,00     | 1,96   | 3,92    |
| U45HB100                 | Kg  | Cobre desnudo para tierra 35 mm2             | 3,00     | 28,95  | 86,76   |
| U45JA100                 | Ud  | Batería monobloc 24V 24 Ah en C100, Power 85 | 5,00     | 64,00  | 320,00  |

**Z99 OTROS PRECIOS**

|           |    |                                                  |          |        |          |
|-----------|----|--------------------------------------------------|----------|--------|----------|
| A01JF004  | M3 | MORTERO CEMENTO (1/4) M 10                       | 3,04     | 77,26  | 234,79   |
| AAAAA     | UD | Muros separadores de hormigón prefabricado de d  | 4,00     | 223,87 | 895,48   |
| DH559TGB  | Ud | Dispositivo de inyección de abono venturi        | 1,00     | 148,23 | 148,23   |
| GSW124LM  | Ud | EQUIPO DE FILTRADO DE ARENA 46cm                 | 1,00     | 285,92 | 285,92   |
| GSW130LM  | Ud | EQUIPO DE FILTRADO DE MALLA 115mesh              | 1,00     | 45,33  | 45,33    |
| JGS332J   | Ud | Tijera de poda eléctrica                         | 1,00     | 359,12 | 359,12   |
| JKSD59    | UD | Vibrador de mochila 42cc                         | 1,00     | 783,87 | 783,87   |
| PL7H6RRT  | Ud | Aventadora de frutos secos toma de fuerza        | 1,00     | 476,23 | 476,23   |
| PLP634K   | Hr | Tractor de 130cv con plantadora y equipamiento G | 2,00     | 180,00 | 360,00   |
| PLR554AK2 | Ud | Peladora de frutos secos adaptación pistacho tdf | 1,00     | 629,32 | 629,32   |
| T6891243  | Ud | TUTOR PLASTIFICADO DE 150CM                      | 1.076,00 | 0,24   | 258,24   |
| TRD       |    |                                                  | 0,00     |        | 0,00     |
| TRD123TJ  | Hr | TRACTOR DE 130 CV AUTOGUÍADO CON SUBS            | 16,00    | 80,00  | 1.280,00 |
| TRD123TM  | Hr | TRACTOR DE 130CV AUTOGUIADO-CULTIVADO            | 8,00     | 50,00  | 400,00   |
| TRD125SD  |    |                                                  | 0,00     |        | 0,00     |
| TRD143SD  |    |                                                  | 0,00     |        | 0,00     |
| TRD197SD  | Hr | DESPEDREGADORA DE 2m TRABAJO Y TRACTO            | 4,00     | 60,00  | 240,00   |
| U543290J  | Ud | PROTECTOR FRENTE A ROEDORES DE 40cm              | 1.076,00 | 0,40   | 430,40   |

**CUADRO DE PRECIOS N°2: PRECIOS  
AUXILIARES**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS AUXILIARES**

**CAPÍTULO C01 UD CONSTRUCTIVA: NAVE**

**SUBCAPÍTULO C01.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS**

**A03CA005 Hr CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3**

Hr. Pala cargadora sobre neumáticos con una potencia de 81 CV (110 Kw) con cuchara dentada de capacidad 1,30 m3, con un peso total de 9.410 Kg, de la casa Volvo ó similar, con un alcance de descarga de 3.710 mm, altura de descarga a 45º de 2640 mm, fueza de elevación a altura máxima de 113,2 KN, fuerza de arranque 113,2 KN, capacidad colmada 1,30 m3, ángulo máximo de excavación a 95º, fuerza hidráulica de elevación a nivel del suelo 114,4 Kn, longitud total de la máquina 6.550 mm, altura sobre el nivel del suelo de 293 mm, control por palanca única, dirección controlada por la transmisión ó por los frenos, i/ retirada y colocación del lugar de las obras.

|                                |        |    |                             |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-----------------------------|-------|--------------|
| U02FA001                       | 1,000  | Hr | Pala cargadora 1,30 M3.     | 22,00 | 22,00        |
| U%10                           | 0,220  | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 2,20         |
| U01AA015                       | 1,000  | Hr | Maquinista o conductor      | 14,80 | 14,80        |
| U02SW001                       | 15,000 | Lt | Gasóleo A                   | 1,06  | 15,90        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                             |       | <b>54,90</b> |

**A03CF005 Hr RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV**

Hr. Retroexcavadora sobre neumáticos con una potencia de 117 CV (159Kw), con una cuchara de balancín medio de capacidad 1.000 lts y un peso total de 3.880 Kg de la casa Akerman ó similar, alcance máximo 9,5 mts, altura máxima de descarga 8,8 mts., profundidad máxima de excavación vertical en ángulo de 45º de 0,5 mts, profundidad máxima de excavación vertical 4,2 mts, fuerza de arranque en los dientes de la cuchara 149 Kn, fuerza de penetración en los dientes de la cuchara 81 Kn., longitud de transporte 9 mts, altura mínima de transporte 3,25 mts, longitud de brazo 5,25 mts, i/ colocación y retirada del lugar de las obras.

|                                |        |    |                             |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-----------------------------|-------|--------------|
| U02FK001                       | 1,000  | Hr | Retroexcavadora             | 28,00 | 28,00        |
| U%10                           | 0,280  | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 2,80         |
| U01AA015                       | 1,000  | Hr | Maquinista o conductor      | 14,80 | 14,80        |
| U02SW001                       | 16,000 | Lt | Gasóleo A                   | 1,06  | 16,96        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                             |       | <b>62,56</b> |

**A03FB010 Hr CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.**

Hr. Camión basculante de dos ejes con una potencia de 138 CV DIN (102Kw), y capacidad para un peso total a tierra de 10 Tn con 4 tiempos y 4 cilindros en linea, de la casa Iveco ó similar, capaz de desarrollar una velocidad máxima cargada de 50 Km/h, una carga de 10,9 Tn y una capacidad de caja a ras de 5 m3 y de 9 m3 colmada, con un radio de giro de 5,35 mts, longitud total máxima de 6.125 mm, anchura total máxima de 2.120 mm, distancia entre ejes 3.200 mm, suspensión mediante ballestas parabólicas, barra de torsión estabilizadora de diámetro 45 mm, frenos tipo duplex y duoservo con recuperación automática.

|                                |        |    |                             |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-----------------------------|-------|--------------|
| U02JA003                       | 1,000  | Hr | Camión 10 T. basculante     | 34,00 | 34,00        |
| U%10                           | 0,340  | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 3,40         |
| U01AA015                       | 1,000  | Hr | Maquinista o conductor      | 14,80 | 14,80        |
| U02SW001                       | 16,000 | Lt | Gasóleo A                   | 1,06  | 16,96        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                             |       | <b>69,16</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIGONADO**

**D04GC102 M3 HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. M. CENT.**

M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |       |    |                               |       |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|---------------|
| U01AA011                       | 1,550 | Hr | Peón suelto                   | 14,41 | 22,34         |
| A02FA733                       | 1,000 | M3 | HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL | 99,07 | 99,07         |
| %CI                            | 1,214 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 3,64          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>125,05</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### A02FA733

### M3 HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL

M3. Hormigón para armar de resistencia 25/P/40/ Ila Nmm2, con cemento CEM II/A-P 32,5 R arena de río y árido rodado tamaño máximo 40 mm., de central para vibrar y consistencia plástica, puesto en obra, con p.p. de mermas y cargas incompletas. Según EHE.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U04MA733                       | 1,000 | M3 | Hormigón HA-25/P/40/ Ila central | 99,07 | 99,07        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>99,07</b> |

### D04AA201

### Kg ACERO CORRUGADO B 500-S

Kg. Acero corrugado B 500-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| U01FA201                       | 0,015 | Hr | Oficial 1ª ferralla           | 18,00 | 0,27        |
| U01FA204                       | 0,015 | Hr | Ayudante ferralla             | 16,50 | 0,25        |
| U06AA001                       | 0,005 | Kg | Alambre atar 1,3 mm.          | 1,13  | 0,01        |
| U06GG001                       | 1,050 | Kg | Acero corrugado B 500-S       | 0,80  | 0,84        |
| %CI                            | 0,014 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,04        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>1,41</b> |

### D04CA101

### M2 ENCOFRADO MADERA ZAPATAS

M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas de cimentación, considerando 8 posturas.

|                                |       |    |                               |        |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|--------|--------------|
| U01FA103                       | 0,350 | Hr | Oficial 1ª encofrador         | 22,30  | 7,81         |
| U01FA105                       | 0,350 | Hr | Ayudante encofrador           | 18,90  | 6,62         |
| U07AI001                       | 0,013 | M3 | Madera pino encofrar 26 mm.   | 136,00 | 1,77         |
| U06AA001                       | 0,115 | Kg | Alambre atar 1,3 mm.          | 1,13   | 0,13         |
| U06DA010                       | 0,060 | Kg | Puntas plana 20x100           | 1,47   | 0,09         |
| %CI                            | 0,164 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00   | 0,49         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |        | <b>16,91</b> |

### D04PH010

### M2 MALLAZO ELECTROS. 15X15 D=5

M2. Mallazo electrosoldado haciendo cuadrícula de 15x15 cm. d=5 mm, con acero corrugado B 500 T, incluso p.p. de solapes y alambre de atar, colocado. Según EHE.

|                                |       |    |                                  |       |             |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|-------------|
| U01FA201                       | 0,007 | Hr | Oficial 1ª ferralla              | 18,00 | 0,13        |
| U01FA204                       | 0,007 | Hr | Ayudante ferralla                | 16,50 | 0,12        |
| U06AA001                       | 0,015 | Kg | Alambre atar 1,3 mm.             | 1,13  | 0,02        |
| U06HA010                       | 1,200 | M2 | Mallazo electrosoldado 15x15 d=5 | 1,51  | 1,81        |
| %CI                            | 0,021 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00  | 0,06        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>2,14</b> |

### A02FA723

### M3 HORM. HA-25/P/20/ Ila CENTRAL

M3. Hormigón para armar de resistencia 25/P/20/ Ila Nmm2, con cemento CEM II/A-P 32,5 R arena de río y árido rodado tamaño máximo 20 mm., de central para vibrar y consistencia plástica, puesto en obra, con p.p. de mermas y cargas incompletas. Según EHE.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U04MA723                       | 1,000 | M3 | Hormigón HA-25/P/20/ Ila central | 99,06 | 99,06        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>99,06</b> |

## SUBCAPÍTULO C01.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA METÁLICA

### D05AA001

### Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS

Kg. Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según CTE/DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| U01FG405                       | 0,020 | Hr | Montaje estructura metal.     | 17,20 | 0,34        |
| U06JA001                       | 1,000 | Kg | Acero laminado S275J0         | 1,02  | 1,02        |
| U36IA010                       | 0,010 | Lt | Minio electrolítico           | 9,70  | 0,10        |
| %CI                            | 0,015 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,05        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>1,51</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS AUXILIARES****D05AA010 Kg ACERO S275 EN CERCHAS**

Kg. Acero laminado S275 en cerchas, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, i/p.p. de despuntes y dos manos imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| U01FG405                       | 0,042 | Hr | Montaje estructura metal.     | 17,20 | 0,72        |
| U06JA001                       | 1,000 | Kg | Acero laminado S275J0         | 1,02  | 1,02        |
| U36IA010                       | 0,010 | Lt | Minio electrolítico           | 9,70  | 0,10        |
| %CI                            | 0,018 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,05        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>1,89</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.4 CAPÍTULO 4: PARTICIONES****SUBCAPÍTULO C01.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA****SUBCAPÍTULO C01.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO****SUBCAPÍTULO C01.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA****SUBCAPÍTULO C01.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA****SUBCAPÍTULO C01.9 CAPÍTULO 9: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**



| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS AUXILIARES**

**CAPÍTULO C02 UD CONSTRUCTIVA: CASETA DE RIEGO**

**SUBCAPÍTULO C02.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS**

**A03CA005 Hr CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3**

Hr. Pala cargadora sobre neumáticos con una potencia de 81 CV (110 Kw) con cuchara dentada de capacidad 1,30 m3, con un peso total de 9.410 Kg, de la casa Volvo ó similar, con un alcance de descarga de 3.710 mm, altura de descarga a 45º de 2640 mm, fueza de elevación a altura máxima de 113,2 KN, fuerza de arranque 113,2 KN, capacidad colmada 1,30 m3, ángulo máximo de excavación a 95º, fuerza hidráulica de elevación a nivel del suelo 114,4 Kn, longitud total de la máquina 6.550 mm, altura sobre el nivel del suelo de 293 mm, control por palanca única, dirección controlada por la transmisión ó por los frenos, i/ retirada y colocación del lugar de las obras.

|                                |        |    |                             |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-----------------------------|-------|--------------|
| U02FA001                       | 1,000  | Hr | Pala cargadora 1,30 M3.     | 22,00 | 22,00        |
| U%10                           | 0,220  | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 2,20         |
| U01AA015                       | 1,000  | Hr | Maquinista o conductor      | 14,80 | 14,80        |
| U02SW001                       | 15,000 | Lt | Gasóleo A                   | 1,06  | 15,90        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                             |       | <b>54,90</b> |

**A03FB010 Hr CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.**

Hr. Camión basculante de dos ejes con una potencia de 138 CV DIN (102Kw), y capacidad para un peso total a tierra de 10 Tn con 4 tiempos y 4 cilindros en línea, de la casa Iveco ó similar, capaz de desarrollar una velocidad máxima cargada de 50 Km/h, una carga de 10,9 Tn y una capacidad de caja a ras de 5 m3 y de 9 m3 colmada, con un radio de giro de 5,35 mts, longitud total máxima de 6.125 mm, anchura total máxima de 2.120 mm, distancia entre ejes 3.200 mm, suspensión mediante ballestas parabólicas, barra de torsión estabilizadora de diámetro 45 mm, frenos tipo duplex y duoservo con recuperación automática.

|                                |        |    |                             |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-----------------------------|-------|--------------|
| U02JA003                       | 1,000  | Hr | Camión 10 T. basculante     | 34,00 | 34,00        |
| U%10                           | 0,340  | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 3,40         |
| U01AA015                       | 1,000  | Hr | Maquinista o conductor      | 14,80 | 14,80        |
| U02SW001                       | 16,000 | Lt | Gasóleo A                   | 1,06  | 16,96        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                             |       | <b>69,16</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIGONADO**

**D04PH010 M2 MALLAZO ELECTROS. 15X15 D=5**

M2. Mallazo electrosoldado haciendo cuadrícula de 15x15 cm. d=5 mm, con acero corrugado B 500 T, incluso p.p. de solapes y alambre de atar, colocado. Según EHE.

|                                |       |    |                                  |       |             |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|-------------|
| U01FA201                       | 0,007 | Hr | Oficial 1ª ferralla              | 18,00 | 0,13        |
| U01FA204                       | 0,007 | Hr | Ayudante ferralla                | 16,50 | 0,12        |
| U06AA001                       | 0,015 | Kg | Alambre atar 1,3 mm.             | 1,13  | 0,02        |
| U06HA010                       | 1,200 | M2 | Mallazo electrosoldado 15x15 d=5 | 1,51  | 1,81        |
| %CI                            | 0,021 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00  | 0,06        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>2,14</b> |

**A02FA723 M3 HORM. HA-25/P/20/ Ila CENTRAL**

M3. Hormigón para armar de resistencia 25/P/20/ Ila Nmm2, con cemento CEM II/A-P 32,5 R arena de río y árido rodado tamaño máximo 20 mm., de central para vibrar y consistencia plástica, puesto en obra, con p.p. de mermas y cargas incompletas. Según EHE.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U04MA723                       | 1,000 | M3 | Hormigón HA-25/P/20/ Ila central | 99,06 | 99,06        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>99,06</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA**

**SUBCAPÍTULO C02.4 CAPÍTULO 4: ALBAÑILERÍA Y PARTICIONES**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS AUXILIARES**

**A01JF006**

**M3 MORTERO CEMENTO (1/6) M 5**

M3. Mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río M 5 con una resistencia a compresión de 5 N/mm2 según norma UNE-EN 998-2, confeccionado con hormigonera de 250 l. (Dosificación 1/6)

|                                |       |    |                                  |        |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|--------------|
| U01AA011                       | 1,820 | Hr | Peón suelto                      | 14,41  | 26,23        |
| U04CA001                       | 0,250 | Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 108,20 | 27,05        |
| U04AA001                       | 1,100 | M3 | Arena de río (0-5mm)             | 24,50  | 26,95        |
| U04PY001                       | 0,255 | M3 | Agua                             | 1,44   | 0,37         |
| A03LA005                       | 0,400 | Hr | HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.     | 1,92   | 0,77         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>81,37</b> |

**A03LA005**

**Hr HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.**

Hr. Hormigonera eléctrica de 250 Lts con un motor eléctrico de 3CV, con bastidor y cabina de acero, pala mezcladoras, adecuadas para asegurar una mezcla rápida y homogénea, mecanismos protegidos herméticamente, con un peso en vacío de 290Kg y un rendimiento aproximado de 3,4m3.

|                                |       |    |                             |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------|-------|-------------|
| U02LA201                       | 1,000 | Hr | Hormigonera 250 l.          | 1,30  | 1,30        |
| U%10                           | 0,013 | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 0,13        |
| U02SW005                       | 3,500 | Ud | Kilowatio                   | 0,14  | 0,49        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                             |       | <b>1,92</b> |

**A02AA501**

**M3 HORMIGÓN H-200/20 elab. obra**

M3. Hormigón en masa de resistencia H-200 según EH-91, con cemento CEM II/A-P 32,5 R, arena de río y árido tamaño máximo 20 mm. confeccionado con hormigonera de 250 l., para vibrar y consistencia plástica.

|                                |       |    |                                  |        |               |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 1,780 | Hr | Peón suelto                      | 14,41  | 25,65         |
| U04CA001                       | 0,400 | Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 108,20 | 43,28         |
| U04AA101                       | 0,625 | Tm | Arena de río (0-5mm)             | 16,33  | 10,21         |
| U04AF050                       | 1,250 | Tm | Gravilla 5/20 mm.                | 29,00  | 36,25         |
| U04PY001                       | 0,180 | M3 | Agua                             | 1,44   | 0,26          |
| A03LA005                       | 0,500 | Hr | HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.     | 1,92   | 0,96          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>116,61</b> |

**A01JF003**

**M3 MORTERO CEMENTO (1/3) M 15**

M3. Mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río M 15 con una resistencia a compresión de 15 N/mm2 según norma UNE-EN 998-2, confeccionado con hormigonera de 250 l. (Dosificación 1/3)

|                                |       |    |                                  |        |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|--------------|
| U01AA011                       | 1,820 | Hr | Peón suelto                      | 14,41  | 26,23        |
| U04CA001                       | 0,440 | Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 108,20 | 47,61        |
| U04AA001                       | 0,975 | M3 | Arena de río (0-5mm)             | 24,50  | 23,89        |
| U04PY001                       | 0,260 | M3 | Agua                             | 1,44   | 0,37         |
| A03LA005                       | 0,400 | Hr | HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.     | 1,92   | 0,77         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>98,87</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA**

**SUBCAPÍTULO C02.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

**SUBCAPÍTULO C02.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA**

**SUBCAPÍTULO C02.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS AUXILIARES****CAPÍTULO C03 UD CONSTRUCTIVA: VALLADO PERIMETRAL****SUBCAPÍTULO C03.1 CAPÍTULO 1: CERRAMIENTO**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### **CAPÍTULO C04 UD CONSTRUCTIVA: PLANTACIÓN**

#### **SUBCAPÍTULO C04.1 CAPÍTULO 1: PREPARACIÓN DEL TERRENO**

#### **SUBCAPÍTULO C04.2 CAPÍTULO 2: REPLANTEO**

#### **SUBCAPÍTULO C04.3 CAPÍTULO 3: PLANTACIÓN**

#### **SUBCAPÍTULO C04.4 CAPÍTULO 4: LABORES POSTPLANTACIÓN**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### CAPÍTULO C05 UD CONSTRUCTIVA: INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOT

#### SUBCAPÍTULO C05.1 CAPÍTULO 1: TUBERÍAS.

#### SUBCAPÍTULO C05.2 CAPÍTULO 2: PIEZAS ESPECIALES

#### SUBCAPÍTULO C05.3 CAPÍTULO 3: EQUIPO DE BOMBEO Y FILTRADO

#### SUBCAPÍTULO C05.4 CAPÍTULO 4: AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO

#### SUBCAPÍTULO C05.5 CAPÍTULO 5: EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN

##### D25DF020

##### MI TUBERÍA DE COBRE UNE 22 mm. 1"

MI. Tubería de cobre estirado rígido de 20-22 mm., (un milimetro de pared), i/codos, manguitos y demás accesorios, y p.p. de tubo corrugado de D=23 mm., totalmente instalada según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua.

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| U01FY105                       | 0,100 | Hr | Oficial 1ª fontanero          | 15,50 | 1,55        |
| U01FY110                       | 0,050 | Hr | Ayudante fontanero            | 13,70 | 0,69        |
| U24LA006                       | 1,000 | MI | Tubería de cobre de 20*22 mm. | 5,26  | 5,26        |
| U24LD010                       | 1,200 | Ud | Codo cobre h-h de 22 mm.      | 0,46  | 0,55        |
| U24LD210                       | 0,700 | Ud | Te cobre h-h-h de 22 mm.      | 0,96  | 0,67        |
| U24ZA002                       | 1,000 | MI | Tubo corrugado D=23 mm.       | 0,24  | 0,24        |
| %CI                            | 0,090 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,27        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>9,23</b> |

#### SUBCAPÍTULO C05.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL RIEGO

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### **CAPÍTULO C06 COMPRA DE EQUIPOS**

#### **SUBCAPÍTULO C06.1 AVENTADORA**

#### **SUBCAPÍTULO C06.2 PELADORA**

#### **SUBCAPÍTULO C06.3 TIJERAS PODA**

#### **SUBCAPÍTULO C07.4 VIBRADOR**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### CAPÍTULO C07 SEGURIDAD Y SALUD

#### A02AA510

#### M3 HORMIGÓN H-200/40 elab. obra

M3. Hormigón en masa de resistencia H-200 según EH-91, con cemento CEM II/A-P 32,5 R, arena de río y árido rodado tamaño máximo 40 mm. confeccionado con hormigonera de 250 l., para vibrar y consistencia plástica.

|                                |       |    |                                  |        |               |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 1,780 | Hr | Peón suelto                      | 14,41  | 25,65         |
| U04CA001                       | 0,365 | Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 108,20 | 39,49         |
| U04AA101                       | 0,660 | Tm | Arena de río (0-5mm)             | 16,33  | 10,78         |
| U04AF150                       | 1,320 | Tm | Garbancillo 20/40 mm.            | 31,10  | 41,05         |
| U04PY001                       | 0,160 | M3 | Agua                             | 1,44   | 0,23          |
| A03LA005                       | 0,500 | Hr | HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.     | 1,92   | 0,96          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>118,16</b> |

#### A03LA005

#### Hr HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.

Hr. Hormigonera eléctrica de 250 Lts con un motor eléctrico de 3CV, con bastidor y cabina de acero, pala mezcladoras, adecuadas para asegurar una mezcla rápida y homogénea, mecanismos protegidos herméticamente, con un peso en vacío de 290Kg y un rendimiento aproximado de 3,4m<sup>3</sup>.

|                                |       |    |                             |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------|-------|-------------|
| U02LA201                       | 1,000 | Hr | Hormigonera 250 l.          | 1,30  | 1,30        |
| U%10                           | 0,013 | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 0,13        |
| U02SW005                       | 3,500 | Ud | Kilowatio                   | 0,14  | 0,49        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                             |       | <b>1,92</b> |

**CUADRO DE PRECIOS N°3: PRECIOS  
DESCOMPUESTOS**



| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### CAPÍTULO C01 UD CONSTRUCTIVA: NAVE

#### SUBCAPÍTULO C01.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS

##### 1.001 D02AA501 M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA

M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                  |       |             |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|-------------|
| A03CA005                       | 0,010 | Hr | CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3 | 54,90 | 0,55        |
| %CI                            | 0,006 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00  | 0,02        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>0,57</b> |

##### 1.002 D02EP250 M3 EXCAV. MECÁNICA TERRENO DURO

M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia dura, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de capacidad de cazo, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| U01AA010                       | 0,064 | Hr | Peón especializado            | 14,56 | 0,93        |
| U02FK012                       | 0,045 | Hr | Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3  | 55,00 | 2,48        |
| %CI                            | 0,034 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,10        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>3,51</b> |

##### 1.003 D02HF250 M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS C/AGOT. T.D.

M3. Excavación mecánica de zanjas de cimentación, en terreno de consistencia dura, con extracción de tierra a los bordes y con agotamiento de aguas, i/p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,440 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 6,34         |
| A03CF005                       | 0,160 | Hr | RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV | 62,56 | 10,01        |
| U02SM005                       | 0,080 | Hr | Grupo motobomba de 6 C.V.       | 6,40  | 0,51         |
| %CI                            | 0,169 | %  | Costes indirectos...(s/total)   | 3,00  | 0,51         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>17,37</b> |

##### 1.004 D02VF001 M3 TRANSPORTE TIERRAS < 10 KM.

M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, con un recorrido total menor de 10 km., con camión volquete de 10 Tm., i/p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| A03FB010                       | 0,072 | Hr | CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.      | 69,16 | 4,98        |
| %CI                            | 0,050 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,15        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>5,13</b> |

#### SUBCAPÍTULO C01.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIGONADO

##### 1.005 D04IC103 M3 HOR. HA-25/P/40/ IIa ZAP. V. M. ENCOF.

M3. Hormigón armado HA-25/P/40/ IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/armadura B-500 S (40 Kgs/m3), encofrado y desencofrado, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |        |    |                                       |        |               |
|--------------------------------|--------|----|---------------------------------------|--------|---------------|
| D04GC102                       | 1,000  | M3 | HOR. HA-25/P/40/ IIa ZAP. V. M. CENT. | 125,05 | 125,05        |
| D04AA201                       | 40,000 | Kg | ACERO CORRUGADO B 500-S               | 1,41   | 56,40         |
| D04CA101                       | 2,200  | M2 | ENCOFRADO MADERA ZAPATAS              | 16,91  | 37,20         |
| %CI                            | 2,187  | %  | Costes indirectos...(s/total)         | 3,00   | 6,56          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                       |        | <b>225,21</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**1.006 D04AK015 Ud PLACA CIMENTACIÓN 45x45x2 cm.**

Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones 45x45x2 cm. con cuatro patillas de redondo liso de 12 mm. de diámetro, con una longitud cada una de ellas de 50 cm., soldadas, i/ taladros en diagonal opuestos, totalmente colocada.

|                                |        |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|--------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U01FX001                       | 0,250  | Hr | Oficial cerrajería               | 15,90 | 3,98         |
| U01FX003                       | 0,200  | Hr | Ayudante cerrajería              | 13,80 | 2,76         |
| U01AA007                       | 0,300  | Hr | Oficial primera                  | 16,17 | 4,85         |
| U06QH010                       | 19,200 | Kg | Chapón cortado a medida de 15 mm | 0,73  | 14,02        |
| U06FA020                       | 2,150  | Kg | Varilla lisa de 12 mm.           | 0,73  | 1,57         |
| %CI                            | 0,272  | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00  | 0,82         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                  |       | <b>28,00</b> |

**1.007 D04PM155 M2 SOLERA HA-25 #150\*150\*5 15 CM.**

M2. Solera de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/Ila N/mm2., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150\*150\*5 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01AA007                       | 0,200 | Hr | Oficial primera               | 16,17 | 3,23         |
| U01AA011                       | 0,200 | Hr | Peón suelto                   | 14,41 | 2,88         |
| D04PH010                       | 1,000 | M2 | MALLAZO ELECTROS. 15X15 D=5   | 2,14  | 2,14         |
| A02FA723                       | 0,150 | M3 | HORM. HA-25/P/20/ Ila CENTRAL | 99,06 | 14,86        |
| %CI                            | 0,231 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,69         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>23,80</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA METÁLICA**

**1.008 D05AA001 Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS**

Kg. Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| U01FG405                       | 0,020 | Hr | Montaje estructura metal.     | 17,20 | 0,34        |
| U06JA001                       | 1,000 | Kg | Acero laminado S275J0         | 1,02  | 1,02        |
| U36IA010                       | 0,010 | Lt | Minio electrolítico           | 9,70  | 0,10        |
| %CI                            | 0,015 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,05        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>1,51</b> |

**1.009 D05GC905 M2 E. MET. SOP. CERCH. Y COR. L-10/20 m.**

M2. Estructura metálica, realizada con soportes, cerchas y correas de acero laminado, para luces de 10 a 20 m., totalmente montada, i/dos manos de minio y una de imprimación, según CTE/ DB-SE-A.

|                                |        |    |                               |      |               |
|--------------------------------|--------|----|-------------------------------|------|---------------|
| D05AA001                       | 35,140 | Kg | ACERO S275 EN ESTRUCTURAS     | 1,51 | 53,06         |
| D05AA010                       | 26,710 | Kg | ACERO S275 EN CERCHAS         | 1,89 | 50,48         |
| %CI                            | 1,035  | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00 | 3,11          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                               |      | <b>106,65</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.4 CAPÍTULO 4: PARTICIONES**

**1.010 D09JC001 M2 PANEL ALVEOLAR HORMIGÓN 16**

M2. Panel de cerramiento tipo placa alveolar de hormigón prefabricado de 16 cm. de espesor para colocar, color gris.

|                                |       |    |                               |      |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|------|-------------|
| U08JG038                       | 1,000 | M2 | P.ALVEOALR HORMIGÓN 16        | 7,45 | 7,45        |
| %CI                            | 0,075 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00 | 0,23        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |      | <b>7,68</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

**1.011 AAAAA UD Muros separadores de hormigón prefabricado de dimer**

**TOTAL PARTIDA . . . . . 223,87**

### SUBCAPÍTULO C01.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA

**1.012 D08NE101 M2 CUB. PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV)**

M2. Cubierta completa formada por panel de 30 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm. de espesor, perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano; panel anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares.

|          |       |    |                                  |                                |              |
|----------|-------|----|----------------------------------|--------------------------------|--------------|
| U01FO343 | 1,000 | M2 | M.o.coloc.cub.panel ch+aisl+ch   | 5,60                           | 5,60         |
| U12NI030 | 1,010 | M2 | Panel lac/galv. 30mm Aceralia T. | 29,30                          | 29,59        |
| U12CZ015 | 2,500 | Ud | Torn.autorroscante 6,3x120       | 0,18                           | 0,45         |
| U12NC520 | 0,400 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=333mm    | 3,47                           | 1,39         |
| U12NC540 | 0,200 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=666mm    | 6,90                           | 1,38         |
| %CI      | 0,384 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00                           | 1,15         |
|          |       |    |                                  | <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> | <b>39,56</b> |

### SUBCAPÍTULO C01.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

**1.013 D08QI010 MI CANALÓN PVC 150mm.**

MI. Canalón de sección redonda y 15 cm. de desarrollo, y de PVC en color, i/recibido de soportes , piezas especiales y p.p. de costes indirectos.

|          |       |    |                               |                                |              |
|----------|-------|----|-------------------------------|--------------------------------|--------------|
| U01AA008 | 0,260 | Hr | Oficial segunda               | 15,34                          | 3,99         |
| U01AA010 | 0,260 | Hr | Peón especializado            | 14,56                          | 3,79         |
| U12QI002 | 1,040 | MI | Canal.redPVC 150mm            | 6,15                           | 6,40         |
| U12QI301 | 2,100 | Ud | Unión canal. Amazon c.blanco  | 3,78                           | 7,94         |
| %CI      | 0,221 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00                           | 0,66         |
|          |       |    |                               | <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> | <b>22,78</b> |

**1.014 D08QC025 MI BAJANTE PVC 110mm.**

MI. Bajante pluvial de 110 mm. de diámetro realizado en PVC y prelacado en color, i/recibido de garras atornilladas al soporte, piezas especiales y p.p. de costes indirectos.

|          |       |    |                               |                                |              |
|----------|-------|----|-------------------------------|--------------------------------|--------------|
| U01AA008 | 0,175 | Hr | Oficial segunda               | 15,34                          | 2,68         |
| U01AA010 | 0,175 | Hr | Peón especializado            | 14,56                          | 2,55         |
| U12QC005 | 1,040 | MI | Baj.PVC.prelac.d=110 mm. IMS  | 5,68                           | 5,91         |
| U12QC400 | 0,150 | Ud | Codo PVC.prelac. v.diám. IMS  | 3,61                           | 0,54         |
| U12QC501 | 0,500 | Ud | Abrazad.chapa prelac. IMS     | 1,18                           | 0,59         |
| %CI      | 0,123 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00                           | 0,37         |
|          |       |    |                               | <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> | <b>12,64</b> |

### SUBCAPÍTULO C01.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA

**1.015 D21AM020 M2 VENTANA FIJA ALUMINIO 45X45**

M2. Ventana fija con junquillos para fijación del vidrio, de aluminio anodizado natural de 13 micras con cerco de 45x45 mm., para un acristalamiento máximo de 37 mm. consiguiendo una reducción del nivel acústico de 40 dB, mainel para persiana, y costes indirectos. Homologada con Clase 4 en el ensayo de permeabilidad al aire según norma UNE-EN 1026:2000. La transmitancia máxima es de 5,7 W/m2 K y cumple en las zonas A y B, según el CTE/DB-HE 1.

|          |       |    |                                     |                                |              |
|----------|-------|----|-------------------------------------|--------------------------------|--------------|
| U01FX001 | 0,150 | Hr | Oficial cerrajería                  | 15,90                          | 2,39         |
| U01FX003 | 0,150 | Hr | Ayudante cerrajería                 | 13,80                          | 2,07         |
| U20AC010 | 1,000 | M2 | Ventana fija aluminio natural 45x45 | 62,26                          | 62,26        |
| %CI      | 0,667 | %  | Costes indirectos...(s/total)       | 3,00                           | 2,00         |
|          |       |    |                                     | <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> | <b>68,72</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**1.016 D23AE001 M2 PUERTA ABATIBLE CHAPA PEGASO**

M2. Puerta abatible de dos hojas, a base de bastidor de tubo rectangular y chapa de acero tipo Pegaso, con cerco y perfil angular provisto de una garra por metro lineal y herrajes de colgar y de seguridad.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FX001                       | 0,150 | Hr | Oficial cerrajería            | 15,90 | 2,39         |
| U01FX003                       | 0,150 | Hr | Ayudante cerrajería           | 13,80 | 2,07         |
| U22AA101                       | 1,000 | M2 | Puerta abatible chapa Pegaso  | 74,50 | 74,50        |
| %CI                            | 0,790 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 2,37         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>81,33</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

**1.017 D45AB100 Ud MÓD. FOTOVOLTAICO PW 200, 200 Wp**

Ud. Módulo fotovoltaico de silicio policristalinos, marca BAUER, modelo PW 200, Potencia máxima 200 Wp, clase de protección II, características eléctricas principales Vn=12 Vcc, Voc=45,12 Vcc, Vpmp=36,84 Vcc, Icc=5,77 A, Ipmp=5,43 A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP65 con 4 diodos de by-pass, conexión mediante multicontacto, bornera atornillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura (no incluida). Completamente montado, probado y funcionando.

|                                |       |    |                                  |        |               |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|---------------|
| U45AA100                       | 0,200 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A) | 27,40  | 5,48          |
| U45AA200                       | 0,200 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (A)   | 23,80  | 4,76          |
| U45BB100                       | 1,000 | Ud | Panel Photowatt PW 500, 55 Wp    | 116,49 | 116,49        |
| %45GL900                       | 1,267 | %  | Pequeño material eléctrico       | 0,50   | 0,63          |
| %CI                            | 1,274 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00   | 3,82          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>131,18</b> |

**1.018 D45CD160 Ud INVERSOR STUDER AJ 1000-12 S**

Ud. Inversor STUDER AJ 1000-12 S con regulador solar incorporado, 12 Vcc, 230 Vac. Potencia 1600 W , 1000 W continuos de salida con regulador de carga de 10 A, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.

|                                |       |    |                                                |        |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------------------------|--------|---------------|
| U45AA100                       | 1,000 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)               | 27,40  | 27,40         |
| U45AA200                       | 1,000 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (A)                 | 23,80  | 23,80         |
| U45DD160                       | 1,000 | Ud | Inv. STUDER AJ 1000-12-S, 12 Vcc, 230 Vac, reg | 573,96 | 573,96        |
| %45GL900                       | 6,252 | %  | Pequeño material eléctrico                     | 0,50   | 3,13          |
| %CI                            | 6,283 | %  | Costes indirectos...(s/total)                  | 3,00   | 18,85         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                                |        | <b>647,14</b> |

**1.019 D45JA1001 Ud BAT. MONOBLOC POWER 24z, 24 Ah**

Ud. Batería Monobloc para pequeñas instalaciones fotovoltaicas de 24V, 24 Ah en C100. Acumulador de plomo ácido y conector radicado en el interior. Incluso accesorios y pequeño material eléctrico. Totalmente montado, probado y funcionando.

|                                |       |    |                                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------------------|-------|--------------|
| U45AA100                       | 0,200 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)             | 27,40 | 5,48         |
| U45AA200                       | 0,200 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (A)               | 23,80 | 4,76         |
| U45JA100                       | 1,000 | Ud | Batería monobloc 24V 24 Ah en C100, Power 85 | 64,00 | 64,00        |
| %45GL900                       | 0,742 | %  | Pequeño material eléctrico                   | 0,50  | 0,37         |
| %CI                            | 0,746 | %  | Costes indirectos...(s/total)                | 3,00  | 2,24         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                              |       | <b>76,85</b> |

**1.020 D45BA100 Ud ESTRUCTURA CONSOLE 2.2 (Serie M)**

Ud. Soporte de aplicación universal para placas solares en cubiertas planas, marca CONSOLE, modelo 4.2 (Serie M), fabricada en plástico 100% reciclado sin cloro (HDPE), incluso 2 perfiles U de aluminio, juego de 8 pernos hexagonales M6 x 20 mm, tuercas de auto ajuste M& y arandelas de 18 mm en acero inoxidable, lastre a cubierta. Completamente montada, probada y funcionando.

|                                |       |    |                                            |       |              |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------------------|-------|--------------|
| U45AA300                       | 0,200 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (B)           | 27,40 | 5,48         |
| U45AA400                       | 0,200 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (B)             | 23,80 | 4,76         |
| U45CA100                       | 1,000 | Ud | Estructura unitaria, tejado plano, Serie M | 31,46 | 31,46        |
| %45GL900                       | 0,417 | %  | Pequeño material eléctrico                 | 0,50  | 0,21         |
| %CI                            | 0,419 | %  | Costes indirectos...(s/total)              | 3,00  | 1,26         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                            |       | <b>43,17</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### SUBCAPÍTULO C01.9 CAPÍTULO 9: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### 1.021 D45DB100 Ud C. M. P. PARA 1,5 kW C.A./10kA

Ud. Cuadros para mando y protección, en instalación tipo de 1,5 kW, en el lado de corriente alterna formado por dos cajas estancas, con grado de protección IP55, una en salida de inversor dotada de interruptor automático y diferencial, y otra en punto de conexión, dotada de interruptor de interconexión (ICP 10kA de poder de corte), incluso accesorios y pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.

|                                |       |    |                                                 |        |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------------------------|--------|---------------|
| U45AA100                       | 1,000 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                | 27,40  | 27,40         |
| U45AA200                       | 1,000 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (A)                  | 23,80  | 23,80         |
| U45GE160                       | 1,000 | Ud | Caja con ventana precintable, 6mód, IP55 (176x4 | 37,74  | 37,74         |
| U45GE150                       | 1,000 | Ud | Caja con ventana precintable, 2mód, IP55        | 25,81  | 25,81         |
| U45GH100                       | 1,000 | Ud | Equipo auxiliares protección y mando 1,5-3,5 kW | 197,53 | 197,53        |
| %45GL900                       | 3,123 | %  | Pequeño material eléctrico                      | 0,50   | 1,56          |
| %CI                            | 3,138 | %  | Costes indirectos...(s/total)                   | 3,00   | 9,41          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                                 |        | <b>323,25</b> |

#### 1.022 D45HB100 MI COBRE DESN. PUESTA TIERRA 35 mm2

MI. Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 35 mm2 de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U45AA100                       | 0,500 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A) | 27,40 | 13,70        |
| U45AA200                       | 0,500 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (A)   | 23,80 | 11,90        |
| U45HB100                       | 0,666 | Kg | Cobre desnudo para tierra 35 mm2 | 28,95 | 19,28        |
| %45GL900                       | 0,449 | %  | Pequeño material eléctrico       | 0,50  | 0,22         |
| %CI                            | 0,451 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00  | 1,35         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>46,45</b> |

#### 1.023 D45HA100 Ud PICA TIERRA DE COBRE 1 m.

Ud. Pica de tierra de cobre de 1 m, incluyendo grapa GR-1 y pequeño material, totalmente instalada, probada y funcionando.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U45AA100                       | 1,000 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A) | 27,40 | 27,40        |
| U45AA200                       | 1,000 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (A)   | 23,80 | 23,80        |
| U45HA100                       | 1,000 | Ud | Pica de cobre 1m                 | 9,08  | 9,08         |
| U45HA300                       | 1,000 | Ud | Grapa pica GR-1 (Cu-14M)         | 1,96  | 1,96         |
| %45GL900                       | 0,622 | %  | Pequeño material eléctrico       | 0,50  | 0,31         |
| %CI                            | 0,626 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00  | 1,88         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>64,43</b> |

#### 1.024 D27JL110 MI CIRCUITO ELÉCTR. 3X2,5 mm2. (0,6/1Kv)

MI. Circuito eléctrico para el exterior o interior del edificio, realizado con tubo PVC corrugado de D=20/gp5 y conductores de cobre unipolares aislados para una tensión nominal de 06/1Kv y sección 3x2,5 mm2., en sistema monofásico, (activo, neutro y protección), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.

|                                |       |    |                                      |       |             |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------------|-------|-------------|
| U01FY630                       | 0,150 | Hr | Oficial primera electricista         | 16,50 | 2,48        |
| U01FY635                       | 0,150 | Hr | Ayudante electricista                | 13,90 | 2,09        |
| U30JW120                       | 1,000 | MI | Tubo PVC corrugado M 20/gp5          | 0,56  | 0,56        |
| U30JA012                       | 1,500 | MI | Conductor 0,6/1Kv 2x2,5 (Cu)         | 1,06  | 1,59        |
| U30JW900                       | 0,700 | Ud | p.p. cajas, regletas y peq. material | 0,38  | 0,27        |
| %CI                            | 0,070 | %  | Costes indirectos...(s/total)        | 3,00  | 0,21        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                      |       | <b>7,20</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**1.025 D27JL115 MI CIRCUITO ELÉCTR. 3X4 mm2. (0,6/1Kv)**

MI. Circuito eléctrico para el exterior o interior del edificio, realizado con tubo PVC corrugado de D=20/gp5 y conductores de cobre unipolares aislados para una tensión nominal de 06/1Kv y sección 3x4 mm2., en sistema monofásico, (activo, neutro y protección), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.

|                                |       |    |                                      |       |             |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------------|-------|-------------|
| U01FY630                       | 0,150 | Hr | Oficial primera electricista         | 16,50 | 2,48        |
| U01FY635                       | 0,150 | Hr | Ayudante electricista                | 13,90 | 2,09        |
| U30JW120                       | 1,000 | MI | Tubo PVC corrugado M 20/gp5          | 0,56  | 0,56        |
| U30JA015                       | 1,500 | MI | Conductor 0,6/1Kv 2x4 (Cu)           | 1,37  | 2,06        |
| U30JW900                       | 0,700 | Ud | p.p. cajas, regletas y peq. material | 0,38  | 0,27        |
| %CI                            | 0,075 | %  | Costes indirectos...(s/total)        | 3,00  | 0,23        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                      |       | <b>7,69</b> |

**1.026 D27KA001 Ud PUNTO LUZ LED 100W**

Ud. Punto luz sencillo LED 100W con conductor de cobre unipolar aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 1,5 mm2., incluido, caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, , interruptor unipolar JUNG-501 U con tecla JUNG-AS 591, totalmente montado e instalado.

|                                |        |    |                                      |       |              |
|--------------------------------|--------|----|--------------------------------------|-------|--------------|
| U01FY630                       | 0,400  | Hr | Oficial primera electricista         | 16,50 | 6,60         |
| U30JW120                       | 8,000  | MI | Tubo PVC corrugado M 20/gp5          | 0,56  | 4,48         |
| U30JW900                       | 1,000  | Ud | p.p. cajas, regletas y peq. material | 0,38  | 0,38         |
| U30JW001                       | 18,000 | MI | Conductor rígido 750V;1,5(Cu)        | 0,30  | 5,40         |
| U30KA001                       | 1,000  | Ud | Mecanismo Interruptor JUNG-501 U     | 4,14  | 4,14         |
| U30KA006                       | 1,000  | Ud | Tecla sencilla marfil JUNG-AS 591    | 1,69  | 1,69         |
| U30KA062                       | 1,000  | Ud | Proyector LED 100W                   | 23,56 | 23,56        |
| %CI                            | 0,463  | %  | Costes indirectos...(s/total)        | 3,00  | 1,39         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                      |       | <b>47,64</b> |

**1.027 D27OD815 Ud BASE ENCHUFE TUBO PVC ESTANCA P. C.**

Ud. Base enchufe estanca de superficie JUNG-1500 W con toma tierra lateral de 20/26A(II+T.T) superficial realizado en tubo PVC rígido D=20 y conductor de cobre unipolar aislados, pública concurrencia ES07Z1-K 4 mm2 (activo, neutro y protección), incluido caja de registro, toma de corriente superficial y regletas de conexión, totalmente montado e instalado.

|                                |        |    |                               |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY630                       | 0,480  | Hr | Oficial primera electricista  | 16,50 | 7,92         |
| U30JW551                       | 1,000  | Ud | Caja metálica Crady           | 3,40  | 3,40         |
| U30JW120                       | 6,000  | MI | Tubo PVC corrugado M 20/gp5   | 0,56  | 3,36         |
| U30JW058                       | 24,000 | MI | Conductor ES07Z1-K 4(Cu)      | 0,65  | 15,60        |
| U30OC510                       | 1,000  | Ud | B.e.superf.10/16A JUNG-621 W  | 7,04  | 7,04         |
| %CI                            | 0,373  | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 1,12         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                               |       | <b>38,44</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO C02 UD CONSTRUCTIVA: CASETA DE RIEGO**

**SUBCAPÍTULO C02.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS**

**2.001 D02AA501 M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA**

M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                  |       |             |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|-------------|
| A03CA005                       | 0,010 | Hr | CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3 | 54,90 | 0,55        |
| %CI                            | 0,006 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00  | 0,02        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>0,57</b> |

**2.002 D02VF001 M3 TRANSPORTE TIERRAS < 10 KM.**

M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, con un recorrido total menor de 10 km., con camión volquete de 10 Tm., i/p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| A03FB010                       | 0,072 | Hr | CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.      | 69,16 | 4,98        |
| %CI                            | 0,050 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,15        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>5,13</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIGONADO**

**2.003 D04PM155 M2 SOLERA HA-25 #150\*150\*5 15 CM.**

M2. Solera de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/Ila N/mm2., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150\*150\*5 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01AA007                       | 0,200 | Hr | Oficial primera               | 16,17 | 3,23         |
| U01AA011                       | 0,200 | Hr | Peón suelto                   | 14,41 | 2,88         |
| D04PH010                       | 1,000 | M2 | MALLAZO ELECTROS. 15X15 D=5   | 2,14  | 2,14         |
| A02FA723                       | 0,150 | M3 | HORM. HA-25/P/20/ Ila CENTRAL | 99,06 | 14,86        |
| %CI                            | 0,231 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,69         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>23,80</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA**

**2.004 D05AA001 Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS**

Kg. Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según CTE/DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| U01FG405                       | 0,020 | Hr | Montaje estructura metal.     | 17,20 | 0,34        |
| U06JA001                       | 1,000 | Kg | Acero laminado S275J0         | 1,02  | 1,02        |
| U36IA010                       | 0,010 | Lt | Minio electrolítico           | 9,70  | 0,10        |
| %CI                            | 0,015 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,05        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>1,51</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.4 CAPÍTULO 4: ALBAÑILERÍA Y PARTICIONES**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**2.005 D07AA201 M2 FÁB. BLOQ. HORM. GRIS 40x20x20 cm.**

M2. Fábrica de bloques de hormigón color gris de medidas 40x20x20 cm., para terminación posterior, i/relleno de hormigón HM-20 N/mm2 y armadura en zona según normativa y recibido con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, i/p.p. de piezas especiales, roturas, aplomados, nivelados y limpieza todo ello según CTE/ DB-SE-F.

|                                |        |    |                                      |        |              |
|--------------------------------|--------|----|--------------------------------------|--------|--------------|
| U01FJ219                       | 1,000  | M2 | Mano obra bloq.hormig. 20cm          | 12,00  | 12,00        |
| U10AA005                       | 12,500 | Ud | Bloque hormigón gris 40x20x20        | 0,50   | 6,25         |
| A01JF006                       | 0,025  | M3 | MORTERO CEMENTO (1/6) M 5            | 81,37  | 2,03         |
| A02AA501                       | 0,020  | M3 | HORMIGÓN H-200/20 elab. obra         | 116,61 | 2,33         |
| U06GD010                       | 2,500  | Kg | Acero corrugado elaborado y colocado | 1,01   | 2,53         |
| %CI                            | 0,251  | %  | Costes indirectos...(s/total)        | 3,00   | 0,75         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                      |        | <b>25,89</b> |

**2.006 D07DC001 M2 FÁB. LADRILLO PERFORADO 7 cm. 1 pié**

M2. Fábrica de 1 pié de espesor de ladrillo perforado de 24x12x7 cm., sentado con mortero de cemento (CEM II-A/P 32,5R) y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2 para posterior terminación, i/p.p. de replanteo, roturas, aplomado, nivelación, humedecido de piezas y colocación a restregón según CTE/ DB-SE-F.

|                                |         |    |                               |       |              |
|--------------------------------|---------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FL010                       | 1,000   | M2 | M.o.coloc.ladr.macizo 1 pie   | 21,00 | 21,00        |
| U01AA011                       | 0,350   | Hr | Peón suelto                   | 14,41 | 5,04         |
| U10DA001                       | 100,000 | Ud | Ladrillo cerámico 24x12x7     | 0,11  | 11,00        |
| A01JF006                       | 0,062   | M3 | MORTERO CEMENTO (1/6) M 5     | 81,37 | 5,04         |
| %CI                            | 0,421   | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 1,26         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |         |    |                               |       | <b>43,34</b> |

**2.007 D13DG010 M2 ENFOSC. MAESTR. FRAT. M 15 VERT.**

M2. Enfoscado maestreado y fratasado, de 20 mm. de espesor en toda su superficie, con mortero de cemento y arena de río M 15 según UNE-EN 998-2, sobre paramentos verticales, con maestras cada metro, i/preparación y humedecido de soporte, limpieza, medios auxiliares con empleo, en su caso, de andamiaje homologado, así como distribución de material en tajos y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                |       |              |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,100 | Hr | Peón suelto                    | 14,41 | 1,44         |
| U01FQ115                       | 1,000 | M2 | M.o.enfoscado maestreado vert. | 9,00  | 9,00         |
| A01JF003                       | 0,020 | M3 | MORTERO CEMENTO (1/3) M 15     | 98,87 | 1,98         |
| %CI                            | 0,124 | %  | Costes indirectos...(s/total)  | 3,00  | 0,37         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                |       | <b>12,79</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA**

**2.008 D08NE101 M2 CUB. PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV)**

M2. Cubierta completa formada por panel de 30 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm. de espesor, perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano; panel anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U01FO343                       | 1,000 | M2 | M.o.coloc.cub.panel ch+aisl+ch   | 5,60  | 5,60         |
| U12NI030                       | 1,010 | M2 | Panel lac/galv. 30mm Aceralia T. | 29,30 | 29,59        |
| U12CZ015                       | 2,500 | Ud | Torn.autorroscante 6,3x120       | 0,18  | 0,45         |
| U12NC520                       | 0,400 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=333mm    | 3,47  | 1,39         |
| U12NC540                       | 0,200 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=666mm    | 6,90  | 1,38         |
| %CI                            | 0,384 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00  | 1,15         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>39,56</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**



| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**2.009 D08QI010 MI CANALÓN PVC 150mm.**

MI. Canalón de sección redonda y 15 cm. de desarrollo, y de PVC en color, i/recibido de soportes , piezas especiales y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01AA008                       | 0,260 | Hr | Oficial segunda               | 15,34 | 3,99         |
| U01AA010                       | 0,260 | Hr | Peón especializado            | 14,56 | 3,79         |
| U12QI002                       | 1,040 | MI | Canal.redPVC 150mm            | 6,15  | 6,40         |
| U12QI301                       | 2,100 | Ud | Unión canal. Amazon c.blanco  | 3,78  | 7,94         |
| %CI                            | 0,221 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,66         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>22,78</b> |

**2.010 D08QC025 MI BAJANTE PVC 110mm.**

MI. Bajante pluvial de 110 mm. de diámetro realizado en PVC y prelacado en color, i/recibido de garras atornilladas al soporte, piezas especiales y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01AA008                       | 0,175 | Hr | Oficial segunda               | 15,34 | 2,68         |
| U01AA010                       | 0,175 | Hr | Peón especializado            | 14,56 | 2,55         |
| U12QC005                       | 1,040 | MI | Baj.PVC.prelac.d=110 mm. IMS  | 5,68  | 5,91         |
| U12QC400                       | 0,150 | Ud | Codo PVC.prelac. v.diám. IMS  | 3,61  | 0,54         |
| U12QC501                       | 0,500 | Ud | Abrazad.chapa prelac. IMS     | 1,18  | 0,59         |
| %CI                            | 0,123 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,37         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>12,64</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA**

**2.011 D23AE001 M2 PUERTA ABATIBLE CHAPA PEGASO**

M2. Puerta abatible de dos hojas, a base de bastidor de tubo rectangular y chapa de acero tipo Pegaso, con cerco y perfil angular provisto de una garra por metro lineal y herrajes de colgar y de seguridad.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FX001                       | 0,150 | Hr | Oficial cerrajería            | 15,90 | 2,39         |
| U01FX003                       | 0,150 | Hr | Ayudante cerrajería           | 13,80 | 2,07         |
| U22AA101                       | 1,000 | M2 | Puerta abatible chapa Pegaso  | 74,50 | 74,50        |
| %CI                            | 0,790 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 2,37         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>81,33</b> |

**2.012 D21AJ010 M2 VENTANA ABATIBLE ALUMINIO 50X40**

M2. Ventana en hojas abatibles de aluminio anodizado natural de 13 micras con cerco de 50x40 mm., hoja de 70x48 mm. y 1,3 mm. de espesor, para un acristalamiento máximo de 30 mm. consiguiendo una reducción del nivel acústico de 39 dB, mainel para persiana, herrajes de colgar, p.p. de cerradura Tesa o similar y costes indirectos. Homologada con Clase 4 en el ensayo de permeabilidad al aire según norma UNE-EN 1026:2000. La transmitancia máxima es de 5,7 W/m2 K y cumple en las zonas A y B, según el CTE/DB-HE 1.

|                                |       |    |                                         |       |               |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------------------|-------|---------------|
| U01FX001                       | 0,200 | Hr | Oficial cerrajería                      | 15,90 | 3,18          |
| U01FX003                       | 0,200 | Hr | Ayudante cerrajería                     | 13,80 | 2,76          |
| U20AB005                       | 1,000 | M2 | Carp. alum. nat. ventana abatible 50x40 | 79,45 | 79,45         |
| U20XC150                       | 1,000 | Ud | Cerr. embut. palanca basc. Tesa 2230    | 34,45 | 34,45         |
| %CI                            | 1,198 | %  | Costes indirectos...(s/total)           | 3,00  | 3,59          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                         |       | <b>123,43</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

**2.013 D25DH010 MI TUBERÍA DE POLIETILENO 25 mm. 3/4"**

MI. Tubería de polietileno de baja densidad y flexible, de 25 mm. y 10 Atm. serie Hersalen de Saenger en color negro, Une 53.131-ISO 161/1, i/p.p. de piezas especiales, totalmente instalada según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua.

|                                |       |    |                                |       |             |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------|-------|-------------|
| U01FY105                       | 0,050 | Hr | Oficial 1ª fontanero           | 15,50 | 0,78        |
| U01FY110                       | 0,050 | Hr | Ayudante fontanero             | 13,70 | 0,69        |
| U24PA004                       | 1,000 | MI | Tub. polietileno 10 Atm 25 mm  | 0,78  | 0,78        |
| U24PD102                       | 0,200 | Ud | Enlace recto polietileno 25 mm | 1,55  | 0,31        |
| %CI                            | 0,026 | %  | Costes indirectos...(s/total)  | 3,00  | 0,08        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                |       | <b>2,64</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS****2.014 D25TX001 Ud INSTALACIÓN GRIFO DE LATÓN 3/4"**

Ud. Grifo latón boca roscada de 3/4", totalmente instalado.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY105                       | 0,150 | Hr | Oficial 1ª fontanero          | 15,50 | 2,33         |
| U26GX002                       | 1,000 | Ud | Grifo latón rosca 3/4"        | 8,24  | 8,24         |
| %CI                            | 0,106 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,32         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>10,89</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO C03 UD CONSTRUCTIVA: VALLADO PERIMETRAL**

**SUBCAPÍTULO CO3.1 CAPÍTULO 1: CERRAMIENTO**

**3.001 D23KE010 MI MALLA GALV. GANADERA DE 1,50 M.**

MI. Cercado con enrejado metálico galvanizado en caliente de malla ganadera de 1,50 m. de altura y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión, de 48 mm. de diámetro y tornapuntas de tubo de acero galvanizado de 32 mm. de diámetro, totalmente montada, i/recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4, tensores, grupillas y accesorios.

|                                |       |    |                                        |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------------|-------|--------------|
| U01FX105                       | 1,500 | M2 | Mano obra montaje malla GANADERA       | 6,50  | 9,75         |
| U22KA004                       | 0,300 | Ud | Poste 150 cm. tubo acero galv.diam. 48 | 5,86  | 1,76         |
| U22KA054                       | 0,080 | Ud | Poste arranque acero galv. de 1,50 m.  | 7,78  | 0,62         |
| U22KE055                       | 1,500 | M2 | Malla galv.ganadera 150cm              | 2,27  | 3,41         |
| A01JF004                       | 0,008 | M3 | MORTERO CEMENTO (1/4) M 10             | 77,26 | 0,62         |
| %CI                            | 0,162 | %  | Costes indirectos...(s/total)          | 3,00  | 0,49         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                        |       | <b>16,65</b> |

**3.002 D23AN605 M2 PUERTA METÁLICA MOD. VERJA 2 HOJA**

M2. Puerta metálica abatible, tipo verja, formada por dos hojas y marco de tubo rectangular con pestaña de sección según dimensiones, guarnecido con rejillón electrosoldado, trama rectangular de retícula 150x50/D=5 mm, provistas con dispositivo de cierre para candado, i/ acabado con imprimación antioxidante, totalmente colocada.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U01FX001                       | 0,150 | Hr | Oficial cerrajería               | 15,90 | 2,39         |
| U01FX003                       | 0,150 | Hr | Ayudante cerrajería              | 13,80 | 2,07         |
| U22AA970                       | 1,000 | M2 | Puer.metá,abat.mod Verja 2 Hojas | 72,50 | 72,50        |
| %CI                            | 0,770 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00  | 2,31         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>79,27</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO C04 UD CONSTRUCTIVA: PLANTACIÓN**

**SUBCAPÍTULO C04.1 CAPÍTULO 1: PREPARACIÓN DEL TERRENO**

**4.001 PRT300FMS HA SUBSOLADO DEL TERRENO**

Ha de terreno subsolado con tractor de 130cv con implemento trasero del tipo subsolador de puas, trabajando a una profundidad aproximada de 70cm.

|                                |       |    |                                             |       |               |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------------------|-------|---------------|
| TRD123TJ                       | 2,000 | Hr | TRACTOR DE 130 CV AUTOGUÍADO CON SUBSOLADOR | 80,00 | 160,00        |
| U01FR013                       | 2,000 | Hr | Peón ordinario jardinero                    | 10,50 | 21,00         |
| %CI                            | 1,810 | %  | Costes indirectos...(s/total)               | 3,00  | 5,43          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                             |       | <b>186,43</b> |

**4.002 PRT300FMC HA LABOREO DEL TERRENO CON CULTIVADOR**

Ha de terreno cultivado con tractor de 130cv con implemento trasero del tipo cultivador de 4m, trabajando a una profundidad aproximada de 20cm.

|                                |       |    |                                        |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------------|-------|--------------|
| TRD123TM                       | 1,000 | Hr | TRACTOR DE 130CV AUTOGUIADO-CULTIVADOR | 50,00 | 50,00        |
| U01FR013                       | 1,000 | Hr | Peón ordinario jardinero               | 10,50 | 10,50        |
| %CI                            | 0,605 | %  | Costes indirectos...(s/total)          | 3,00  | 1,82         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                        |       | <b>62,32</b> |

**4.003 PRT295GCS HA DESPEDREGADO MECÁNICO DEL TERRENO**

Ha de terreno despedregado con máquina tipo trailla traccionada por tractor de 130cv, sobre un terreno de densidad de piedras menor al 20% incluyendo el traslado de estas hasta la zona de acopio.

|                                |       |    |                                         |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------------------|-------|--------------|
| TRD197SD                       | 1,000 | Hr | DESPEDREGADORA DE 2m TRABAJO Y TRACCION | 60,00 | 60,00        |
| U01FR013                       | 1,000 | Hr | Peón ordinario jardinero                | 10,50 | 10,50        |
| %CI                            | 0,705 | %  | Costes indirectos...(s/total)           | 3,00  | 2,12         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                         |       | <b>72,62</b> |

**SUBCAPÍTULO C04.2 CAPÍTULO 2: REPLANTEO**

**4.004 U01AT110 Hr Arq. técnico, lng. Técnico...etc**

Hr de replanteo sobre el terreno.

|                                |  |  |  |  |              |
|--------------------------------|--|--|--|--|--------------|
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |  |  |  |  | <b>28,50</b> |
|--------------------------------|--|--|--|--|--------------|

**SUBCAPÍTULO C04.3 CAPÍTULO 3: PLANTACIÓN**

**4.005 PPRD145TS HA IMPLANTACIÓN DE ÁRBOLES SOBRE EL TERRENO**

|                                |       |    |                                                        |        |               |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------------------------------|--------|---------------|
| PLP634K                        | 0,500 | Hr | Tractor de 130cv con plantadora y equipamiento (130CV) | 180,00 | 90,00         |
| U01FR013                       | 0,500 | Hr | Peón ordinario jardinero                               | 10,50  | 5,25          |
| U01FR013                       | 0,500 | Hr | Peón ordinario jardinero                               | 10,50  | 5,25          |
| U01FR009                       | 0,500 | Hr | Jardinero                                              | 13,00  | 6,50          |
| %CI                            | 1,070 | %  | Costes indirectos...(s/total)                          | 3,00   | 3,21          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                                        |        | <b>110,21</b> |

**4.006 D39IE071 Ud PISTACIA VERA RAIZ DESNUDA**

Ud. Suministro en parcela de pistacia vera (pistachero) en forma de plantón a raíz desnuda.

|                                |       |    |                                                   |      |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------------------------|------|--------------|
| U40GA110                       | 1,000 | Ud | Pistacia vera variedad Kerman, Peter, Guerrero, C | 9,85 | 9,85         |
| %CI                            | 0,099 | %  | Costes indirectos...(s/total)                     | 3,00 | 0,30         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                                   |      | <b>10,15</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS****4.007 P12332E4 Ud PROTECTOR ROEDORES 40cm**

Protector contra roedores, compuesto por red de disuasión de polietileno reciclable de 40 cm de altura, con resistencia a los rayos UV, de 0,8x0,8 cm de luz de malla, sujeta mediante abrazaderas de plástico a dos tutores de bambú de 4 a 6 mm de diámetro.

|                                |       |    |                                     |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------------|-------|-------------|
| U543290J                       | 1,000 | Ud | PROTECTOR FRENTE A ROEDORES DE 40cm | 0,40  | 0,40        |
| U01FR013                       | 0,000 | Hr | Peón ordinario jardinero            | 10,50 | 0,00        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                     |       | <b>0,40</b> |

**4.008 T6789345 Ud TUTOR**

|                                |       |    |                             |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------|-------|-------------|
| T6891243                       | 1,000 | Ud | TUTOR PLASTIFICADO DE 150CM | 0,24  | 0,24        |
| U01FR013                       | 0,020 | Hr | Peón ordinario jardinero    | 10,50 | 0,21        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                             |       | <b>0,45</b> |

**SUBCAPÍTULO C04.4 CAPÍTULO 4: LABORES POSTPLANTACIÓN****4.009 D39AE051 M2 LABOREO MECÁNICO DEL TERRENO**

M2. Laboreo mecánico del terreno para plantaciones, hasta una profundidad de 0,20 m..

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| U01FR011                       | 0,080 | Hr | Peón especializado jardinero  | 11,00 | 0,88        |
| U40SE116                       | 0,002 | Hr | Motocultor                    | 5,66  | 0,01        |
| %CI                            | 0,009 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,03        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>0,92</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO C05 UD CONSTRUCTIVA: INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOT**

**SUBCAPÍTULO C05.1 CAPÍTULO 1: TUBERÍAS.**

**5.001 D39GK301 MI ZANJA PARA RED DE RIEGO**

Ml. Apertura de zanja para red de riego de 0.40x0.40 m., i/tapado posterior de la misma.

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| U01FR013                       | 0,230 | Hr | Peón ordinario jardinero      | 10,50 | 2,42        |
| %CI                            | 0,024 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,07        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>2,49</b> |

**5.002 D39GI505 MI TUBERÍA PVC D= 50 MM. P=10 KG/CM2.**

Ml. Suministro y montaje de tubería de PVC de 50 mm. de diámetro y 10 Kg/cm2 de presión, i/p.p. de piezas especiales.

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| U01FR013                       | 0,070 | Hr | Peón ordinario jardinero      | 10,50 | 0,74        |
| U01FR013                       | 0,070 | Hr | Peón ordinario jardinero      | 10,50 | 0,74        |
| U40AG260                       | 1,000 | MI | Tub.p.v.c. 50 mm./10 atm      | 3,04  | 3,04        |
| U40AG275                       | 0,900 | Ud | Piezas de enlace P.V.C.       | 0,69  | 0,62        |
| %CI                            | 0,051 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,15        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>5,29</b> |

**5.003 D39GI305 MI TUBERÍA POLIETILENO D= 50 MM. PRES.**

Ml. Suministro y montaje de tubería de polietileno de 50 mm. de diámetro y 10 Kg/cm2 de presión, i/p.p. de piezas especiales.

|                                |       |    |                                 |       |             |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|-------------|
| U01FR013                       | 0,070 | Hr | Peón ordinario jardinero        | 10,50 | 0,74        |
| U01FR013                       | 0,070 | Hr | Peón ordinario jardinero        | 10,50 | 0,74        |
| U40AG220                       | 1,000 | MI | Tub.polietileno 50 mm./10 atm   | 3,03  | 3,03        |
| U40AG226                       | 0,900 | Ud | Piezas de enlace de polietileno | 1,05  | 0,95        |
| %CI                            | 0,055 | %  | Costes indirectos...(s/total)   | 3,00  | 0,17        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>5,63</b> |

**5.004 D39GI255 MI TUBERÍA POLIETILENO D= 32 MM. PRES.**

Ml. Suministro y montaje de tubería de polietileno de 32 mm. de diámetro y 10 Kg/cm2 de presión, i/p.p. de piezas especiales.

|                                |       |    |                                 |       |             |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|-------------|
| U01FR013                       | 0,070 | Hr | Peón ordinario jardinero        | 10,50 | 0,74        |
| U01FR013                       | 0,070 | Hr | Peón ordinario jardinero        | 10,50 | 0,74        |
| U40AG210                       | 1,000 | MI | Tub.polietileno 32 mm./10 atm   | 1,11  | 1,11        |
| U40AG226                       | 0,700 | Ud | Piezas de enlace de polietileno | 1,05  | 0,74        |
| %CI                            | 0,033 | %  | Costes indirectos...(s/total)   | 3,00  | 0,10        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>3,43</b> |

**5.005 D39GI206 MI TUBERÍA POLIETILENO D= 25 MM. PRES.**

Ml. Suministro y montaje de tubería de polietileno de 25 mm. de diámetro y 10 Kg/cm2 de presión, i/p.p. de piezas especiales.

|                                |       |    |                                 |       |             |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|-------------|
| U01FR013                       | 0,070 | Hr | Peón ordinario jardinero        | 10,50 | 0,74        |
| U01FR013                       | 0,070 | Hr | Peón ordinario jardinero        | 10,50 | 0,74        |
| U40AG205                       | 1,000 | MI | Tub.polietileno 25 mm./10 atm   | 0,78  | 0,78        |
| U40AG226                       | 0,600 | Ud | Piezas de enlace de polietileno | 1,05  | 0,63        |
| %CI                            | 0,029 | %  | Costes indirectos...(s/total)   | 3,00  | 0,09        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>2,98</b> |

**5.006 D39GI205 MI TUBERÍA POLIETILENO D= 20 MM. PRES.**

Ml. Suministro y montaje de tubería de polietileno de 20 mm. de diámetro y 3 Kg/cm2 de presión, i/p.p. de piezas especiales.

|                                |       |    |                                 |       |             |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|-------------|
| U01FR013                       | 0,070 | Hr | Peón ordinario jardinero        | 10,50 | 0,74        |
| U01FR013                       | 0,070 | Hr | Peón ordinario jardinero        | 10,50 | 0,74        |
| U40AG200                       | 1,000 | MI | Tub.polietileno 20 mm./10 atm   | 0,43  | 0,43        |
| U40AG226                       | 0,500 | Ud | Piezas de enlace de polietileno | 1,05  | 0,53        |
| %CI                            | 0,024 | %  | Costes indirectos...(s/total)   | 3,00  | 0,07        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>2,51</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**5.007 D39GI201 MI TUBERÍA POLIETILENO D= 16 MM. PRES.**

MI. Suministro y montaje de tubería de polietileno de 16 mm. de diámetro y 3 Kg/cm<sup>2</sup> de presión para riego por goteo, i/p.p. de piezas especiales.

|                                |       |    |                                 |       |             |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|-------------|
| U01FR013                       | 0,060 | Hr | Peón ordinario jardinero        | 10,50 | 0,63        |
| U01FR013                       | 0,060 | Hr | Peón ordinario jardinero        | 10,50 | 0,63        |
| U40AG190                       | 1,000 | MI | Tub.polietileno 16 mm./3 atm    | 0,66  | 0,66        |
| U40AG226                       | 0,300 | Ud | Piezas de enlace de polietileno | 1,05  | 0,32        |
| %CI                            | 0,022 | %  | Costes indirectos...(s/total)   | 3,00  | 0,07        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>2,31</b> |

**5.008 D39GE30011 Ud GOTERO AUTOCOMPENSANTE 4l/h**

Ud. Suministro, colocación y puesta en ejecución de gotero autocompensante 4l/h totalmente instalado.

|                                |       |    |                                  |       |             |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|-------------|
| U01FR013                       | 0,001 | Hr | Peón ordinario jardinero         | 10,50 | 0,01        |
| U40AE235                       | 1,000 | Ud | Gotero autocompensante rojo 4l/h | 0,10  | 0,10        |
| %CI                            | 0,001 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00  | 0,00        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>0,11</b> |

**SUBCAPÍTULO C05.2 CAPÍTULO 2: PIEZAS ESPECIALES**

**5.009 D34AF0166 MI VÁLVULA DE ESFERA 50mm**

Válvula de esfera de 50mm, totalmente instalada i/ accesorios.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY105                       | 0,500 | Hr | Oficial 1ª fontanero          | 15,50 | 7,75         |
| U28DF103:                      | 1,000 | Ud | Valv.esfera Roca S/850 50mm   | 5,90  | 5,90         |
| %CI                            | 0,137 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,41         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>14,06</b> |

**5.010 D34AF0167 MI VÁLVULA DE ESFERA 32mm**

Válvula de esfera de 32mm, totalmente instalada i/ accesorios.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY105                       | 0,500 | Hr | Oficial 1ª fontanero          | 15,50 | 7,75         |
| U28DF103:                      | 1,000 | Ud | Valv.esfera Roca S/850 50mm   | 5,90  | 5,90         |
| %CI                            | 0,137 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,41         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>14,06</b> |

**5.011 D34AF0168 MI VÁLVULA DE ESFERA 25mm**

Válvula de esfera de 25mm, totalmente instalada i/ accesorios.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY105                       | 0,500 | Hr | Oficial 1ª fontanero          | 15,50 | 7,75         |
| U28DF103:                      | 1,000 | Ud | Valv.esfera Roca S/850 50mm   | 5,90  | 5,90         |
| %CI                            | 0,137 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,41         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>14,06</b> |

**5.012 D34AF0169 MI VÁLVULA DE ESFERA 20mm**

Válvula de esfera de 20mm, totalmente instalada i/ accesorios.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY105                       | 0,500 | Hr | Oficial 1ª fontanero          | 15,50 | 7,75         |
| U28DF103:                      | 1,000 | Ud | Valv.esfera Roca S/850 50mm   | 5,90  | 5,90         |
| %CI                            | 0,137 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,41         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>14,06</b> |

**5.013 D34AF01700 MI VÁLVULA DE ESFERA 16mm**

Válvula de esfera de 16mm, totalmente instalada i/ accesorios.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY105                       | 0,500 | Hr | Oficial 1ª fontanero          | 15,50 | 7,75         |
| U28DF103:                      | 1,000 | Ud | Valv.esfera Roca S/850 50mm   | 5,90  | 5,90         |
| %CI                            | 0,137 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,41         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>14,06</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### 5.014 D34AF028 Ud VÁLVULA DE RETENCIÓN PN 50mm

Válvula de retención PN 10/16 de 50mm de diámetro, perfectamente instalada y verificada, incluyendo los costes de piezas auxiliares.

|                            |       |    |                               |       |              |
|----------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY105                   | 1,000 | Hr | Oficial 1ª fontanero          | 15,50 | 15,50        |
| U01FY110                   | 1,000 | Hr | Ayudante fontanero            | 13,70 | 13,70        |
| U28DM100                   | 1,000 | Ud | Valv.reten.PN 10/16 50mm      | 23,84 | 23,84        |
| %CI                        | 0,530 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 1,59         |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                               |       | <b>54,63</b> |

### 5.015 D36RE100 Ud VALVULA DE DESCARGA

Ud. Válvula de descarga para tuberías de polietileno de diferentes diámetros., modelos BV-05-91 de BELGICAST o similar, PN 16, DN = 16,20,25 y 32 mm., i/ dado de anclaje y accesorios, colocada y probada.

|                            |       |    |                               |       |             |
|----------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| U01FR013                   | 0,150 | Hr | Peón ordinario jardinero      | 10,50 | 1,58        |
| U37RE100                   | 1,000 | Ud | VÁLVULA DE DESCARGA           | 7,50  | 7,50        |
| %CI                        | 0,091 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,27        |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                               |       | <b>9,35</b> |

### 5.016 D39GA10111 Ud MANÓMETRO DE CONTROL

Ud. Suministro e instalación de programador electrónico TORO ó RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.

|                            |       |    |                                        |       |               |
|----------------------------|-------|----|----------------------------------------|-------|---------------|
| U01FR013                   | 2,700 | Hr | Peón ordinario jardinero               | 10,50 | 28,35         |
| U01FR013                   | 0,900 | Hr | Peón ordinario jardinero               | 10,50 | 9,45          |
| U40AA300                   | 1,000 | Ud | Manómetro de control de instalación 4G | 74,95 | 74,95         |
| %CI                        | 1,128 | %  | Costes indirectos...(s/total)          | 3,00  | 3,38          |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                                        |       | <b>116,13</b> |

### 5.017 D39GK501 Ud FILTRO DE MALLA EN "Y" DE 2"

Ud. Suministro e instalación de filtro de malla en "Y" de 2".

|                            |       |    |                               |       |              |
|----------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FR013                   | 0,500 | Hr | Peón ordinario jardinero      | 10,50 | 5,25         |
| U01FR013                   | 0,800 | Hr | Peón ordinario jardinero      | 10,50 | 8,40         |
| U40AK500                   | 1,000 | Ud | Filtro de malla 50mm          | 23,05 | 23,05        |
| %CI                        | 0,367 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 1,10         |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                               |       | <b>37,80</b> |

## SUBCAPÍTULO C05.3 CAPÍTULO 3: EQUIPO DE BOMBEO Y FILTRADO

### 5.018 D31SZ105 Ud EQUIPO DE BOMBEO SUMERGIBLE 5,5kW

Ud. Grupo de bombeo, uno de reserva, marca Grundfos o similar, para la impulsión del agua fría desde el colector alimentado por la unidad enfriadora de agua al circuito de fan-coils correspondiente a la planta zona locales sindicales de las siguientes características técnicas: Q=9800 l/h, Ps=20 m.c.a.

|                            |       |    |                                   |        |               |
|----------------------------|-------|----|-----------------------------------|--------|---------------|
| U01FY627                   | 3,000 | Hr | Peón especi.inst. eléctrica       | 13,60  | 40,80         |
| U32UT105                   | 1,000 | Ud | Equipo de bombeo sumergible 5,5kW | 640,87 | 640,87        |
| %CI                        | 6,817 | %  | Costes indirectos...(s/total)     | 3,00   | 20,45         |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                                   |        | <b>702,12</b> |

### 5.019 F97WW101 Ud FILTRO DE ARENA PARA INSTALACIÓN DE RIEGO

Suministro e instalación de equipo de filtrado de arena para instalación de riego por goteo, incluyendo las conexiones y piezas especiales.

|                            |       |    |                                  |        |               |
|----------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|---------------|
| GSW124LN                   | 1,000 | Ud | EQUIPO DE FILTRADO DE ARENA 46cm | 285,92 | 285,92        |
| U01FY105                   | 2,000 | Hr | Oficial 1ª fontanero             | 15,50  | 31,00         |
| U01FY110                   | 2,000 | Hr | Ayudante fontanero               | 13,70  | 27,40         |
| %CI                        | 3,443 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00   | 10,33         |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                                  |        | <b>354,65</b> |



| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### 5.020 F97WZ1000 Ud FILTRO DE MALLA PARA INSTALACIÓN DE RIEGO

Suministro e instalación de equipo de filtrado de malla para instalación de riego por goteo, incluyendo las conexiones y piezas especiales.

|                                |       |    |                                     |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------------|-------|--------------|
| GSW130LM                       | 1,000 | Ud | EQUIPO DE FILTRADO DE MALLA 115mesh | 45,33 | 45,33        |
| U01FY106                       | 0,500 | Hr | Oficial 2ª fontanero                | 14,60 | 7,30         |
| U01FY110                       | 0,500 | Hr | Ayudante fontanero                  | 13,70 | 6,85         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                     |       | <b>59,48</b> |

## SUBCAPÍTULO C05.4 CAPÍTULO 4: AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO

### 5.021 D39GA041 Ud PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 4 EST.

Ud. Suministro e instalación de programador electrónico TORO ó RAIN DIRD de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.

|                                |       |    |                               |        |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|--------|---------------|
| U01FR013                       | 2,700 | Hr | Peón ordinario jardinero      | 10,50  | 28,35         |
| U01FR013                       | 0,900 | Hr | Peón ordinario jardinero      | 10,50  | 9,45          |
| U40AA100                       | 1,000 | Ud | Programador elec.4 estaciones | 117,14 | 117,14        |
| %CI                            | 1,549 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00   | 4,65          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |        | <b>159,59</b> |

## SUBCAPÍTULO C05.5 CAPÍTULO 5: EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN

### 5.022 D25TA055 Ud DEPÓSITO CIRCULAR DE POLIESTER DE 60 L.

Ud. Instalación de depósito circular de poliéster de 60 l. de capacidad, con tapa del mismo material, i/llaves de corte de esfera de 1", tubería de cobre de 20-22 mm. y grifo de latón de 1/2", totalmente instalado.

|                                |       |    |                                   |       |               |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------------|-------|---------------|
| U01FY105                       | 1,500 | Hr | Oficial 1ª fontanero              | 15,50 | 23,25         |
| U01FY110                       | 1,500 | Hr | Ayudante fontanero                | 13,70 | 20,55         |
| U24DF055                       | 1,000 | Ud | Depósito circular de 60 l. c/tapa | 42,10 | 42,10         |
| D25DF020                       | 1,000 | MI | TUBERÍA DE COBRE UNE 22 mm. 1"    | 9,23  | 9,23          |
| U26AR004                       | 2,000 | Ud | Llave de esfera 1"                | 6,46  | 12,92         |
| U26GX001                       | 1,000 | Ud | Grifo latón rosca 1/2"            | 5,92  | 5,92          |
| %CI                            | 1,140 | %  | Costes indirectos...(s/total)     | 3,00  | 3,42          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                   |       | <b>117,39</b> |

### 5.023 D44VV075 Ud INYECTOR VENTURI PARA EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN

Ud de dispositivo de inyección de abono en red de riego venturi, perfectamente instalado y puesto en funcionamiento. incluyendo aquellas piezas y conexiones necesarias

|                                |       |    |                                           |        |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------------------|--------|---------------|
| U01FY105                       | 1,500 | Hr | Oficial 1ª fontanero                      | 15,50  | 23,25         |
| U01FY110                       | 1,500 | Hr | Ayudante fontanero                        | 13,70  | 20,55         |
| DH559TGB                       | 1,000 | Ud | Dispositivo de inyección de abono venturi | 148,23 | 148,23        |
| %CI                            | 1,920 | %  | Costes indirectos...(s/total)             | 3,00   | 5,76          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                           |        | <b>197,79</b> |

## SUBCAPÍTULO C05.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL RIEGO

### 5.024 D45AD130 Ud MÓD. FOTOVOLTAICO SW 330, 330 Wp

Ud. Módulo fotovoltaico de silicio policristalino, marca SOLARWORLD, modelo SW 330, Potencia máxima 330 Wp con tolerancia de  $\pm 3\%$ , clase de protección II, características eléctricas principales  $V_n=24$  Vcc,  $V_{oc}=22,7$  Vcc,  $V_{pmp}=45,75$  Vcc,  $I_{cc}=9,3$  A,  $I_{pmp}=8,76$  A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP65 con 4 diodos de by-pass, conexión mediante multicontacto, bornera atornillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura (no incluida). Completamente montado, probado y funcionando.

|                                |       |    |                                  |        |               |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|---------------|
| U45AA100                       | 0,200 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A) | 27,40  | 5,48          |
| U45AA200                       | 0,200 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (A)   | 23,80  | 4,76          |
| U45BD130                       | 1,000 | Ud | Solarworld SW 220, 220 Wp        | 155,30 | 155,30        |
| %45GL900                       | 1,655 | %  | Pequeño material eléctrico       | 0,50   | 0,83          |
| %CI                            | 1,664 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00   | 4,99          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>171,36</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS****5.025 D45CE170 Ud INVERSOR STUDER HPC 6000-24**

Ud. Inversor STUDER HPC 6000-24 con cargador, 24 Vcc, 230 Vac. Potencia 5500 W (potencia pico 12000 W), con cargador de 100 A, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.

|                                |       |    |                                               |        |               |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------------------------|--------|---------------|
| U45AA100                       | 1,000 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)              | 27,40  | 27,40         |
| U45AA200                       | 1,000 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (A)                | 23,80  | 23,80         |
| U45DE170                       | 1,000 | Ud | Inv. STUDER HPC 5500-24, 24 Vcc, 230 Vac, car | 769,98 | 769,98        |
| %45GL900                       | 8,212 | %  | Pequeño material eléctrico                    | 0,50   | 4,11          |
| %CI                            | 8,253 | %  | Costes indirectos...(s/total)                 | 3,00   | 24,76         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                               |        | <b>850,05</b> |

**5.026 D45JA1001 Ud BAT. MONOBLOC POWER 24z, 24 Ah**

Ud. Batería Monobloc para pequeñas instalaciones fotovoltaicas de 24V, 24 Ah en C100. Acumulador de plomo ácido y conector radicado en el interior. Incluso accesorios y pequeño material eléctrico. Totalmente montado, probado y funcionando.

|                                |       |    |                                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------------------|-------|--------------|
| U45AA100                       | 0,200 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)             | 27,40 | 5,48         |
| U45AA200                       | 0,200 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (A)               | 23,80 | 4,76         |
| U45JA100                       | 1,000 | Ud | Batería monobloc 24V 24 Ah en C100, Power 85 | 64,00 | 64,00        |
| %45GL900                       | 0,742 | %  | Pequeño material eléctrico                   | 0,50  | 0,37         |
| %CI                            | 0,746 | %  | Costes indirectos...(s/total)                | 3,00  | 2,24         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                              |       | <b>76,85</b> |

**5.027 D45HA100 Ud PICA TIERRA DE COBRE 1 m.**

Ud. Pica de tierra de cobre de 1 m, incluyendo grapa GR-1 y pequeño material, totalmente instalada, probada y funcionando.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U45AA100                       | 1,000 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A) | 27,40 | 27,40        |
| U45AA200                       | 1,000 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (A)   | 23,80 | 23,80        |
| U45HA100                       | 1,000 | Ud | Pica de cobre 1m                 | 9,08  | 9,08         |
| U45HA300                       | 1,000 | Ud | Grapa pica GR-1 (Cu-14M)         | 1,96  | 1,96         |
| %45GL900                       | 0,622 | %  | Pequeño material eléctrico       | 0,50  | 0,31         |
| %CI                            | 0,626 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00  | 1,88         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>64,43</b> |

**5.028 D45DB140 Ud C. M. P. PARA 5 kW C.A./10kA**

Ud. Cuadros para mando y protección, en instalación tipo de 5 kW, en el lado de corriente alterna formado por dos cajas estancas, con grado de protección IP55, una en salida de inversor dotada de interruptor automático y diferencial, y otra en punto de conexión, dotada de interruptor de interconexión (ICP 10kA de poder de corte), incluso accesorios y pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.

|                                |       |    |                                                 |        |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------------------------|--------|---------------|
| U45AA100                       | 1,500 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                | 27,40  | 41,10         |
| U45AA200                       | 1,500 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (A)                  | 23,80  | 35,70         |
| U45GE160                       | 1,000 | Ud | Caja con ventana precintable, 6mód, IP55 (176x4 | 37,74  | 37,74         |
| U45GE150                       | 1,000 | Ud | Caja con ventana precintable, 2mód, IP55        | 25,81  | 25,81         |
| U45GH300                       | 1,000 | Ud | Equipo auxiliares protección y mando 5 kW C.A.  | 224,36 | 224,36        |
| %45GL900                       | 3,647 | %  | Pequeño material eléctrico                      | 0,50   | 1,82          |
| %CI                            | 3,665 | %  | Costes indirectos...(s/total)                   | 3,00   | 11,00         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                                 |        | <b>377,53</b> |

**5.029 D36YL010 MI CABLE 0,6-1KV DE 3X2,5 MM2.**

MI. Cable conductor de 0.6-1 kv. de 3x2.5 mm2, colocado.

|                                |       |    |                               |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|-------------|
| U01FY625                       | 0,010 | Hr | Oficial esp.inst. eléctrica   | 18,00 | 0,18        |
| U01FY627                       | 0,010 | Hr | Peón especi.inst. eléctrica   | 13,60 | 0,14        |
| U37YO010                       | 1,000 | MI | Cable de .06-1kv 3x2.50 mm2   | 0,48  | 0,48        |
| %CI                            | 0,008 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,02        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>0,82</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### 5.030 D45BA100 Ud ESTRUCTURA CONSOLE 2.2 (Serie M)

Ud. Soporte de aplicación universal para placas solares en cubiertas planas, marca CONSOLE, modelo 4.2 (Serie M), fabricada en plástico 100% reciclado sin cloro (HDPE), incluso 2 perfiles U de aluminio, juego de 8 pernos hexagonales M6 x 20 mm, tuercas de auto ajuste M& y arandelas de 18 mm en acero inoxidable, lastre a cubierta. Completamente montada, probada y funcionando.

|                                |       |    |                                            |       |              |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------------------|-------|--------------|
| U45AA300                       | 0,200 | Hr | Oficial 1ª instalador E.S.F. (B)           | 27,40 | 5,48         |
| U45AA400                       | 0,200 | Hr | Ayudante instalador E.S.F. (B)             | 23,80 | 4,76         |
| U45CA100                       | 1,000 | Ud | Estructura unitaria, tejado plano, Serie M | 31,46 | 31,46        |
| %45GL900                       | 0,417 | %  | Pequeño material eléctrico                 | 0,50  | 0,21         |
| %CI                            | 0,419 | %  | Costes indirectos...(s/total)              | 3,00  | 1,26         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                            |       | <b>43,17</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### CAPÍTULO C06 COMPRA DE EQUIPOS

#### SUBCAPÍTULO C06.1 AVENTADORA

##### 6.001 PL791VN23 Ud AVENTADORA PARA FRUTOS SECOS

Ud de suministro de aventadora para limpieza de frutos secos.

|                                |       |    |                                           |        |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------------------|--------|---------------|
| PL7H6RRT                       | 1,000 | Ud | Aventadora de frutos secos toma de fuerza | 476,23 | 476,23        |
| %CI                            | 4,762 | %  | Costes indirectos...(s/total)             | 3,00   | 14,29         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                           |        | <b>490,52</b> |

#### SUBCAPÍTULO C06.2 PELADORA

##### 6.002 PLW442RTJ Ud PELADORA DE FRUTOS SECOS

Ud de suministro de peladora de frutos secos incorporando las modificaciones necesarias para el uso en el pelado de pistacho.

|                                |       |    |                                                  |        |               |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------------------------|--------|---------------|
| PLR554AK:                      | 1,000 | Ud | Peladora de frutos secos adaptación pistacho tdf | 629,32 | 629,32        |
| %CI                            | 6,293 | %  | Costes indirectos...(s/total)                    | 3,00   | 18,88         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                                  |        | <b>648,20</b> |

#### SUBCAPÍTULO C06.3 TIJERAS PODA

##### 6.003 TJT1004J Ud TIJERA ELÉCTRICA DE PODA

Ud de tijera eléctrica para la poda de árboles frutales.

|                                |       |    |                          |        |               |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------|--------|---------------|
| JGS332J                        | 1,000 | Ud | Tijera de poda eléctrica | 359,12 | 359,12        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                          |        | <b>359,12</b> |

#### SUBCAPÍTULO C07.4 VIBRADOR

##### 6.004 VBR430RV Ud Vibrador de mochila frutos secos

Ud de vibrador de mochila con motor de gasolina de 2t y 42cc.

|                                |       |    |                          |        |               |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------|--------|---------------|
| JKSD59                         | 1,000 | UD | Vibrador de mochila 42cc | 783,87 | 783,87        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                          |        | <b>783,87</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### CAPÍTULO C07 SEGURIDAD Y SALUD

#### 7.001 D41AA212 Ud ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO

Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W.

|                                |       |    |                                  |        |               |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|---------------|
| U42AA212                       | 1,000 | Ud | Alquiler caseta oficina con aseo | 146,20 | 146,20        |
| %CI                            | 1,462 | %  | Costes indirectos...(s/total)    | 3,00   | 4,39          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>150,59</b> |

#### 7.002 D41AA820 Ud TRANSPORTE CASETA PREFABRICADA

Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra, incluso descarga y posterior recogida.

|                                |       |    |                               |        |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 2,000 | Hr | Peón suelto                   | 14,41  | 28,82         |
| U42AA820                       | 1,000 | Ud | Transporte caseta prefabricad | 185,25 | 185,25        |
| %CI                            | 2,141 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00   | 6,42          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |        | <b>220,49</b> |

#### 7.003 D41CA010 Ud SEÑAL STOP CON SOPORTE

Ud. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

|                                |       |    |                               |        |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|--------|--------------|
| U01AA011                       | 0,300 | Hr | Peón suelto                   | 14,41  | 4,32         |
| U42CA001                       | 0,330 | Ud | Señal circular D=600 mm       | 79,62  | 26,27        |
| U42CA501                       | 0,330 | Ud | Soporte metálico para señal   | 14,70  | 4,85         |
| A02AA510                       | 0,060 | M3 | HORMIGÓN H-200/40 elab. obra  | 118,16 | 7,09         |
| %CI                            | 0,425 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00   | 1,28         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |        | <b>43,81</b> |

#### 7.004 D41CA014 Ud SEÑAL CUADRADA CON SOPORTE

Ud. Señal de recomendación cuadrada normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

|                                |       |    |                               |        |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|--------|--------------|
| U01AA011                       | 0,300 | Hr | Peón suelto                   | 14,41  | 4,32         |
| U42CA014                       | 0,330 | Ud | Señal cuadrada recomendación  | 102,15 | 33,71        |
| U42CA501                       | 0,330 | Ud | Soporte metálico para señal   | 14,70  | 4,85         |
| A02AA510                       | 0,060 | M3 | HORMIGÓN H-200/40 elab. obra  | 118,16 | 7,09         |
| %CI                            | 0,500 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00   | 1,50         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |        | <b>51,47</b> |

#### 7.005 D41CA254 Ud CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO

Ud. Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

|                                |       |    |                                    |       |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------------|-------|-------------|
| U01AA011                       | 0,100 | Hr | Peón suelto                        | 14,41 | 1,44        |
| U42CA254                       | 1,000 | Ud | Cartel de prohibido el paso a obra | 5,72  | 5,72        |
| %CI                            | 0,072 | %  | Costes indirectos...(s/total)      | 3,00  | 0,22        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                    |       | <b>7,38</b> |

#### 7.006 D41EA001 Ud CASCO DE SEGURIDAD

Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.

|                                |       |    |                               |      |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|------|-------------|
| U42EA001                       | 1,000 | Ud | Casco de seguridad homologado | 3,05 | 3,05        |
| %CI                            | 0,031 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00 | 0,09        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |      | <b>3,14</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

**7.007 D41EA220 Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS**

Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.

|                            |       |    |                               |       |              |
|----------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U42EA220                   | 1,000 | Ud | Gafas contra impactos.        | 11,36 | 11,36        |
| %CI                        | 0,114 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,34         |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                               |       | <b>11,70</b> |

**7.008 D41EA401 Ud MASCARILLA ANTIPOLVO**

Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.

|                            |       |    |                               |      |             |
|----------------------------|-------|----|-------------------------------|------|-------------|
| U42EA401                   | 1,000 | Ud | Mascarilla antipolvo          | 2,84 | 2,84        |
| %CI                        | 0,028 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00 | 0,08        |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                               |      | <b>2,92</b> |

**7.009 D41EA601 Ud PROTECTORES AUDITIVOS**

Ud. Protectores auditivos, homologados.

|                            |       |    |                               |      |             |
|----------------------------|-------|----|-------------------------------|------|-------------|
| U42EA601                   | 1,000 | Ud | Protectores auditivos.        | 7,89 | 7,89        |
| %CI                        | 0,079 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00 | 0,24        |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                               |      | <b>8,13</b> |

**7.010 D41EC001 Ud MONO DE TRABAJO**

Ud. Mono de trabajo, homologado CE.

|                            |       |    |                               |       |              |
|----------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U42EC001                   | 1,000 | Ud | Mono de trabajo.              | 13,84 | 13,84        |
| %CI                        | 0,138 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,41         |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                               |       | <b>14,25</b> |

**7.011 D41EC010 Ud IMPERMEABLE**

Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.

|                            |       |    |                               |      |             |
|----------------------------|-------|----|-------------------------------|------|-------------|
| U42EC010                   | 1,000 | Ud | Traje de agua amarillo-verde  | 5,03 | 5,03        |
| %CI                        | 0,050 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00 | 0,15        |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                               |      | <b>5,18</b> |

**7.012 D41EC500 Ud CINTURÓN ANTILUMBAGO**

Ud. Cinturón antilumbago cieere hebilla, homologado CE.

|                            |       |    |                               |       |              |
|----------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U42EC500                   | 1,000 | Ud | Cinturón antivibratorio.      | 17,45 | 17,45        |
| %CI                        | 0,175 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00  | 0,53         |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                               |       | <b>17,98</b> |

**7.013 D41ED105 Ud TAPONES ANTIRUIDO**

Ud. Pareja de tapones antiruido espuma, homologado CE.

|                            |       |    |                               |      |             |
|----------------------------|-------|----|-------------------------------|------|-------------|
| U42ED105                   | 1,000 | Ud | Tapones antiruido             | 0,25 | 0,25        |
| %CI                        | 0,003 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00 | 0,01        |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                               |      | <b>0,26</b> |

**7.014 D41EE012 Ud PAR GUANTES LONA/SERRAJE**

Ud. Par de guantes de lona/serraje tipo americano primera calidad, homologado CE.

|                            |       |    |                               |      |             |
|----------------------------|-------|----|-------------------------------|------|-------------|
| U42EE012                   | 1,000 | Ud | Par Guantes lona/serraje      | 2,65 | 2,65        |
| %CI                        | 0,027 | %  | Costes indirectos...(s/total) | 3,00 | 0,08        |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                               |      | <b>2,73</b> |

**7.015 D41EG010 Ud PAR BOTAS SEGUR. PUNT. SERRAJE**

Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.

|                            |       |    |                                    |       |              |
|----------------------------|-------|----|------------------------------------|-------|--------------|
| U42EG010                   | 1,000 | Ud | Par de botas seguri.con punt.serr. | 21,50 | 21,50        |
| %CI                        | 0,215 | %  | Costes indirectos...(s/total)      | 3,00  | 0,65         |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                                    |       | <b>22,15</b> |

# **PRESUPUESTO PARCIAL**

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C01 UD CONSTRUCTIVA: NAVE**

**SUBCAPÍTULO C01.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS**

|                                      |                                      |  |  |  |  |  |       |       |               |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|-------|---------------|
| D02AA501<br>1.001                    | M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA   |  |  |  |  |  | 52,00 | 0,57  | 29,64         |
| D02EP250<br>1.002                    | M3 EXCAV. MECÁNICA TERRENO DURO      |  |  |  |  |  | 11,70 | 3,51  | 41,07         |
| D02HF250<br>1.003                    | M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS C/AGOT. T.D. |  |  |  |  |  | 6,28  | 17,37 | 109,08        |
| D02VF001<br>1.004                    | M3 TRANSPORTE TIERRAS < 10 KM.       |  |  |  |  |  | 69,98 | 5,13  | 359,00        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.1 .....</b> |                                      |  |  |  |  |  |       |       | <b>538,79</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIGONADO**

|                                      |                                           |  |  |  |  |  |       |        |                 |
|--------------------------------------|-------------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|--------|-----------------|
| D04IC103<br>1.005                    | M3 HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. M. ENCOF. |  |  |  |  |  | 17,98 | 225,21 | 4.049,28        |
| D04AK015<br>1.006                    | Ud PLACA CIMENTACIÓN 45x45x2 cm.          |  |  |  |  |  | 18,00 | 28,00  | 504,00          |
| D04PM155<br>1.007                    | M2 SOLERA HA-25 #150*150*5 15 CM.         |  |  |  |  |  | 22,50 | 23,80  | 535,50          |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.2 .....</b> |                                           |  |  |  |  |  |       |        | <b>5.088,78</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA METÁLICA**



Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                               | Descripción                              | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|--------------------------------------|------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
| D05AA001<br>1.008                    | Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS             |      |          |         |        |           | 4.477,27 | 1,51   | 6.760,68        |
| D05GC905<br>1.009                    | M2 E. MET. SOP. CERCH. Y COR. L-10/20 m. |      |          |         |        |           | 18,00    | 106,65 | 1.919,70        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.3 .....</b> |                                          |      |          |         |        |           |          |        | <b>8.680,38</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.4 CAPÍTULO 4: PARTICIONES**

|                                      |                                                                                    |  |  |  |  |  |        |        |                 |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--------|--------|-----------------|
| D09JC001<br>1.010                    | M2 PANEL ALVEOLAR HORMIGÓN 16                                                      |  |  |  |  |  | 172,00 | 7,68   | 1.320,96        |
| AAAAA<br>1.011                       | UD Muros separadores de hormigón prefabricado de dimensiones 3x1x0,15m y 19,27kN/m |  |  |  |  |  | 4,00   | 223,87 | 895,48          |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.4 .....</b> |                                                                                    |  |  |  |  |  |        |        | <b>2.216,44</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA**

|                                      |                                       |  |  |  |  |  |        |       |                 |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|--|--|--------|-------|-----------------|
| D08NE101<br>1.012                    | M2 CUB. PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV) |  |  |  |  |  | 159,30 | 39,56 | 6.301,91        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.5 .....</b> |                                       |  |  |  |  |  |        |       | <b>6.301,91</b> |

**SUBCAPÍTULO C01.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

|                   |                       |  |  |  |  |  |       |       |        |
|-------------------|-----------------------|--|--|--|--|--|-------|-------|--------|
| D08QI010<br>1.013 | MI CANALÓN PVC 150mm. |  |  |  |  |  | 30,00 | 22,78 | 683,40 |
| D08QC025<br>1.014 | MI BAJANTE PVC 110mm. |  |  |  |  |  | 16,00 | 12,64 | 202,24 |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                               | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio        | Presupuesto |
|--------------------------------------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|---------------|-------------|
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.6 .....</b> |             |      |          |         |        |           |          | <b>885,64</b> |             |

**SUBCAPÍTULO C01.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA**

|                                      |                                        |  |  |  |  |  |       |                 |          |
|--------------------------------------|----------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|-----------------|----------|
| <b>D21AM020</b><br>1.015             | <b>M2 VENTANA FIJA ALUMINIO 45X45</b>  |  |  |  |  |  | 8,00  | 68,72           | 549,76   |
| <b>D23AE001</b><br>1.016             | <b>M2 PUERTA ABATIBLE CHAPA PEGASO</b> |  |  |  |  |  | 20,00 | 81,33           | 1.626,60 |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.7 .....</b> |                                        |  |  |  |  |  |       | <b>2.176,36</b> |          |

**SUBCAPÍTULO C01.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

|                                      |                                            |  |  |  |  |  |      |                 |        |
|--------------------------------------|--------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|-----------------|--------|
| <b>D45AB100</b><br>1.017             | <b>Ud MÓD. FOTOVOLTAICO PW 200, 200 Wp</b> |  |  |  |  |  | 5,00 | 131,18          | 655,90 |
| <b>D45CD160</b><br>1.018             | <b>Ud INVERSOR STUDER AJ 1000-12 S</b>     |  |  |  |  |  | 1,00 | 647,14          | 647,14 |
| <b>D45JA1001</b><br>1.019            | <b>Ud BAT. MONOBLOC POWER 24z, 24 Ah</b>   |  |  |  |  |  | 2,00 | 76,85           | 153,70 |
| <b>D45BA100</b><br>1.020             | <b>Ud ESTRUCTURA CONSOLE 2.2 (Serie M)</b> |  |  |  |  |  | 5,00 | 43,17           | 215,85 |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.8 .....</b> |                                            |  |  |  |  |  |      | <b>1.672,59</b> |        |

**SUBCAPÍTULO C01.9 CAPÍTULO 9: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

|                          |                                          |  |  |  |  |  |      |        |        |
|--------------------------|------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|--------|--------|
| <b>D45DB100</b><br>1.021 | <b>Ud C. M. P. PARA 1,5 kW C.A./10kA</b> |  |  |  |  |  | 1,00 | 323,25 | 323,25 |
|--------------------------|------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|--------|--------|

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                                                | Descripción                              | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto      |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|------------------|
| D45HB100<br>1.022                                     | MI COBRE DESN. PUESTA TIERRA 35 mm2      |      |          |         |        |           | 4,50     | 46,45  | 209,03           |
| D45HA100<br>1.023                                     | Ud PICA TIERRA DE COBRE 1 m.             |      |          |         |        |           | 1,00     | 64,43  | 64,43            |
| D27JL110<br>1.024                                     | MI CIRCUITO ELÉCTR. 3X2,5 mm2. (0,6/1Kv) |      |          |         |        |           | 50,00    | 7,20   | 360,00           |
| D27JL115<br>1.025                                     | MI CIRCUITO ELÉCTR. 3X4 mm2. (0,6/1Kv)   |      |          |         |        |           | 35,00    | 7,69   | 269,15           |
| D27KA001<br>1.026                                     | Ud PUNTO LUZ LED 100W                    |      |          |         |        |           | 6,00     | 47,64  | 285,84           |
| D27OD815<br>1.027                                     | Ud BASE ENCHUFE TUBO PVC ESTANCA P. C.   |      |          |         |        |           | 2,00     | 38,44  | 76,88            |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C01.9 .....</b>                  |                                          |      |          |         |        |           |          |        | <b>1.588,58</b>  |
| <b>TOTAL CAPÍTULO CO1 UD CONSTRUCTIVA: NAVE. ....</b> |                                          |      |          |         |        |           |          |        | <b>29.149,47</b> |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C02 UD CONSTRUCTIVA: CASETA DE RIEGO**

**SUBCAPÍTULO C02.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS**

|                                      |                                    |  |  |  |  |  |       |      |              |
|--------------------------------------|------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|------|--------------|
| D02AA501<br>2.001                    | M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA |  |  |  |  |  | 12,50 | 0,57 | 7,13         |
| D02VF001<br>2.002                    | M3 TRANSPORTE TIERRAS < 10 KM.     |  |  |  |  |  | 12,50 | 5,13 | 64,13        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.1 .....</b> |                                    |  |  |  |  |  |       |      | <b>71,26</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIGONADO**

|                                      |                                   |  |  |  |  |  |       |       |                 |
|--------------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|--|--|-------|-------|-----------------|
| D04PM155<br>2.003                    | M2 SOLERA HA-25 #150*150*5 15 CM. |  |  |  |  |  | 50,00 | 23,80 | 1.190,00        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.2 .....</b> |                                   |  |  |  |  |  |       |       | <b>1.190,00</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA**

|                                      |                              |  |  |  |  |  |       |      |              |
|--------------------------------------|------------------------------|--|--|--|--|--|-------|------|--------------|
| D05AA001<br>2.004                    | Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS |  |  |  |  |  | 55,40 | 1,51 | 83,65        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.3 .....</b> |                              |  |  |  |  |  |       |      | <b>83,65</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.4 CAPÍTULO 4: ALBAÑILERÍA Y PARTICIONES**

|                   |                                        |  |  |  |  |  |       |       |          |
|-------------------|----------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|-------|----------|
| D07AA201<br>2.005 | M2 FÁB. BLOQ. HORM. GRIS 40x20x20 cm.  |  |  |  |  |  | 67,00 | 25,89 | 1.734,63 |
| D07DC001<br>2.006 | M2 FÁB. LADRILLO PERFORADO 7 cm. 1 pié |  |  |  |  |  |       |       |          |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                               | Descripción                         | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
|                                      |                                     |      |          |         |        |           | 9,64     | 43,34  | 417,80          |
| D13DG010<br>2.007                    | M2 ENFOSC. MAESTR. FRAT. M 15 VERT. |      |          |         |        |           | 76,64    | 12,79  | 980,23          |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.4 .....</b> |                                     |      |          |         |        |           |          |        | <b>3.132,66</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA**

|                                      |                                       |  |  |  |  |  |       |       |                 |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|-------|-----------------|
| D08NE101<br>2.008                    | M2 CUB. PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV) |  |  |  |  |  | 53,00 | 39,56 | 2.096,68        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.5 .....</b> |                                       |  |  |  |  |  |       |       | <b>2.096,68</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

|                                      |                       |  |  |  |  |  |       |       |               |
|--------------------------------------|-----------------------|--|--|--|--|--|-------|-------|---------------|
| D08QI010<br>2.009                    | MI CANALÓN PVC 150mm. |  |  |  |  |  | 20,00 | 22,78 | 455,60        |
| D08QC025<br>2.010                    | MI BAJANTE PVC 110mm. |  |  |  |  |  | 10,00 | 12,64 | 126,40        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.6 .....</b> |                       |  |  |  |  |  |       |       | <b>582,00</b> |

**SUBCAPÍTULO C02.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA**

|                                      |                                    |  |  |  |  |  |      |        |               |
|--------------------------------------|------------------------------------|--|--|--|--|--|------|--------|---------------|
| D23AE001<br>2.011                    | M2 PUERTA ABATIBLE CHAPA PEGASO    |  |  |  |  |  | 5,00 | 81,33  | 406,65        |
| D21AJ010<br>2.012                    | M2 VENTANA ABATIBLE ALUMINIO 50X40 |  |  |  |  |  | 4,00 | 123,43 | 493,72        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.7 .....</b> |                                    |  |  |  |  |  |      |        | <b>900,37</b> |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**SUBCAPÍTULO C02.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

D25DH010 MI TUBERÍA DE POLIETILENO 25 mm. 3/4"  
2.013

2,00 2,64 5,28

D25TX001 Ud INSTALACIÓN GRIFO DE LATÓN 3/4"  
2.014

1,00 10,89 10,89

TOTAL SUBCAPÍTULO C02.8 ..... **16,17**

**TOTAL CAPÍTULO C02 UD CONSTRUCTIVA: CASETA DE RIEGO. .... 8.072,79**

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C03 UD CONSTRUCTIVA: VALLADO PERIMETRAL**

**SUBCAPÍTULO CO3.1 CAPÍTULO 1: CERRAMIENTO**

|                   |                                                                     |  |  |  |  |  |        |       |                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--------|-------|-----------------|
| D23KE010<br>3.001 | MI MALLA GALV. GANADERA DE 1,50 M.                                  |  |  |  |  |  | 379,89 | 16,65 | 6.325,17        |
| D23AN605<br>3.002 | M2 PUERTA METÁLICA MOD. VERJA 2 HOJA                                |  |  |  |  |  | 6,00   | 79,27 | 475,62          |
|                   | <b>TOTAL SUBCAPÍTULO CO3.1 .....</b>                                |  |  |  |  |  |        |       | <b>6.800,79</b> |
|                   | <b>TOTAL CAPÍTULO C03 UD CONSTRUCTIVA: VALLADO PERIMETRAL. ....</b> |  |  |  |  |  |        |       | <b>6.800,79</b> |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                                                       | Descripción                                 | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
| <b>CAPÍTULO C04 UD CONSTRUCTIVA: PLANTACIÓN</b>              |                                             |      |          |         |        |           |          |        |                 |
| <b>SUBCAPÍTULO C04.1 CAPÍTULO 1: PREPARACIÓN DEL TERRENO</b> |                                             |      |          |         |        |           |          |        |                 |
| PRT300FMS<br>4.001                                           | HA SUBSOLADO DEL TERRENO                    |      |          |         |        |           | 8,00     | 186,43 | 1.491,44        |
| PRT300FMC<br>4.002                                           | HA LABOREO DEL TERRENO CON CULTIVADOR       |      |          |         |        |           | 8,00     | 62,32  | 498,56          |
| PRT295GCS<br>4.003                                           | HA DESPEDREGADO MECÁNICO DEL TERRENO        |      |          |         |        |           | 4,00     | 72,62  | 290,48          |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C04.1 .....</b>                         |                                             |      |          |         |        |           |          |        | <b>2.280,48</b> |
| <b>SUBCAPÍTULO C04.2 CAPÍTULO 2: REPLANTEO</b>               |                                             |      |          |         |        |           |          |        |                 |
| U01AT110<br>4.004                                            | Hr Arq. técnico, Ing. Técnico...etc         |      |          |         |        |           | 2,00     | 28,50  | 57,00           |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C04.2 .....</b>                         |                                             |      |          |         |        |           |          |        | <b>57,00</b>    |
| <b>SUBCAPÍTULO C04.3 CAPÍTULO 3: PLANTACIÓN</b>              |                                             |      |          |         |        |           |          |        |                 |
| PPRD145TS<br>4.005                                           | HA IMPLANTACIÓN DE ÁRBOLES SOBRE EL TERRENO |      |          |         |        |           | 4,00     | 110,21 | 440,84          |
| D39IE071<br>4.006                                            | Ud PISTACIA VERA RAIZ DESNUDA               |      |          |         |        |           | 1.184,00 | 10,15  | 12.017,60       |
| P12332E4<br>4.007                                            | Ud PROTECTOR ROEDORES 40cm                  |      |          |         |        |           | 1.076,00 | 0,40   | 430,40          |



Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                                                      | Descripción                     | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición  | Precio | Presupuesto      |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|-----------|--------|------------------|
| T6789345<br>4.008                                           | Ud TUTOR                        |      |          |         |        |           | 1.076,00  | 0,45   | 484,20           |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C04.3 .....</b>                        |                                 |      |          |         |        |           |           |        | <b>13.373,04</b> |
| <b>SUBCAPÍTULO C04.4 CAPÍTULO 4: LABORES POSTPLANTACIÓN</b> |                                 |      |          |         |        |           |           |        |                  |
| D39AE051<br>4.009                                           | M2 LABOREO MECÁNICO DEL TERRENO |      |          |         |        |           | 40.000,00 | 0,92   | 36.800,00        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C04.4 .....</b>                        |                                 |      |          |         |        |           |           |        | <b>36.800,00</b> |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C04 UD CONSTRUCTIVA: PLANTACIÓN. ....</b> |                                 |      |          |         |        |           |           |        | <b>52.510,52</b> |

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C05 UD CONSTRUCTIVA: INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO**

**SUBCAPÍTULO C05.1 CAPÍTULO 1: TUBERÍAS.**

|                                      |                                        |  |  |  |  |  |          |      |                  |
|--------------------------------------|----------------------------------------|--|--|--|--|--|----------|------|------------------|
| D39GK301<br>5.001                    | MI ZANJA PARA RED DE RIEGO             |  |  |  |  |  | 27,27    | 2,49 | 67,90            |
| D39GI505<br>5.002                    | MI TUBERÍA PVC D= 50 MM. P=10 KG/CM2.  |  |  |  |  |  | 104,50   | 5,29 | 552,81           |
| D39GI305<br>5.003                    | MI TUBERÍA POLIETILENO D= 50 MM. PRES. |  |  |  |  |  | 170,46   | 5,63 | 959,69           |
| D39GI255<br>5.004                    | MI TUBERÍA POLIETILENO D= 32 MM. PRES. |  |  |  |  |  | 4.445,00 | 3,43 | 15.246,35        |
| D39GI206<br>5.005                    | MI TUBERÍA POLIETILENO D= 25 MM. PRES. |  |  |  |  |  | 700,00   | 2,98 | 2.086,00         |
| D39GI205<br>5.006                    | MI TUBERÍA POLIETILENO D= 20 MM. PRES. |  |  |  |  |  | 140,00   | 2,51 | 351,40           |
| D39GI201<br>5.007                    | MI TUBERÍA POLIETILENO D= 16 MM. PRES. |  |  |  |  |  | 90,00    | 2,31 | 207,90           |
| D39GE30011<br>5.008                  | Ud GOTERO AUTOCOMPENSANTE 4l/h         |  |  |  |  |  | 4.304,00 | 0,11 | 473,44           |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C05.1 .....</b> |                                        |  |  |  |  |  |          |      | <b>19.945,49</b> |

**SUBCAPÍTULO C05.2 CAPÍTULO 2: PIEZAS ESPECIALES**

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                               | Descripción                     | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto   |
|--------------------------------------|---------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|---------------|
| D34AF0166<br>5.009                   | MI VÁLVULA DE ESFERA 50mm       |      |          |         |        |           | 3,00     | 14,06  | 42,18         |
| D34AF0167<br>5.010                   | MI VÁLVULA DE ESFERA 32mm       |      |          |         |        |           | 13,00    | 14,06  | 182,78        |
| D34AF0168<br>5.011                   | MI VÁLVULA DE ESFERA 25mm       |      |          |         |        |           | 3,00     | 14,06  | 42,18         |
| D34AF0169<br>5.012                   | MI VÁLVULA DE ESFERA 20mm       |      |          |         |        |           | 1,00     | 14,06  | 14,06         |
| D34AF01700<br>5.013                  | MI VÁLVULA DE ESFERA 16mm       |      |          |         |        |           | 1,00     | 14,06  | 14,06         |
| D34AF028<br>5.014                    | Ud VÁLVULA DE RETENCIÓN PN 50mm |      |          |         |        |           | 1,00     | 54,63  | 54,63         |
| D36RE100<br>5.015                    | Ud VALVULA DE DESCARGA          |      |          |         |        |           | 18,00    | 9,35   | 168,30        |
| D39GA10111<br>5.016                  | Ud MANÓMETRO DE CONTROL         |      |          |         |        |           | 1,00     | 116,13 | 116,13        |
| D39GK501<br>5.017                    | Ud FILTRO DE MALLA EN "Y" DE 2" |      |          |         |        |           | 1,00     | 37,80  | 37,80         |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C05.2 .....</b> |                                 |      |          |         |        |           |          |        | <b>672,12</b> |

**SUBCAPÍTULO C05.3 CAPÍTULO 3: EQUIPO DE BOMBEO Y FILTRADO**

|                   |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| D31SZ105<br>5.018 | Ud EQUIPO DE BOMBEO SUMERGIBLE 5,5kW |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                               | Descripción                                  | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|--------------------------------------|----------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
|                                      |                                              |      |          |         |        |           | 1,00     | 702,12 | 702,12          |
| F97WW101<br>5.019                    | Ud FILTRO DE ARENA PARA INSTALACIÓN DE RIEGO |      |          |         |        |           | 1,00     | 354,65 | 354,65          |
| F97WZ1000<br>5.020                   | Ud FILTRO DE MALLA PARA INSTALACIÓN DE RIEGO |      |          |         |        |           | 1,00     | 59,48  | 59,48           |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C05.3 .....</b> |                                              |      |          |         |        |           |          |        | <b>1.116,25</b> |

**SUBCAPÍTULO C05.4 CAPÍTULO 4: AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO**

|                                      |                                   |  |  |  |  |  |      |        |               |
|--------------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|--|--|------|--------|---------------|
| D39GA041<br>5.021                    | Ud PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 4 EST. |  |  |  |  |  | 1,00 | 159,59 | 159,59        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C05.4 .....</b> |                                   |  |  |  |  |  |      |        | <b>159,59</b> |

**SUBCAPÍTULO C05.5 CAPÍTULO 5: EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN**

|                                      |                                                   |  |  |  |  |  |      |        |               |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|--------|---------------|
| D25TA055<br>5.022                    | Ud DEPÓSITO CIRCULAR DE POLIESTER DE 60 L.        |  |  |  |  |  | 3,00 | 117,39 | 352,17        |
| D44VV075<br>5.023                    | Ud INYECTOR VENTURI PARA EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN |  |  |  |  |  | 1,00 | 197,79 | 197,79        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C05.5 .....</b> |                                                   |  |  |  |  |  |      |        | <b>549,96</b> |

**SUBCAPÍTULO C05.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL RIEGO**

|                   |                                     |  |  |  |  |  |       |        |          |
|-------------------|-------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|--------|----------|
| D45AD130<br>5.024 | Ud MÓD. FOTOVOLTAICO SW 330, 330 Wp |  |  |  |  |  | 18,00 | 171,36 | 3.084,48 |
| D45CE170<br>5.025 | Ud INVERSOR STUDER HPC 6000-24      |  |  |  |  |  |       |        |          |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                                                              | Descripción                                | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto      |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|------------------|
|                                                                     |                                            |      |          |         |        |           | 1,00     | 850,05 | 850,05           |
| <b>D45JA1001</b><br>5.026                                           | <b>Ud BAT. MONOBLOC POWER 24z, 24 Ah</b>   |      |          |         |        |           | 3,00     | 76,85  | 230,55           |
| <b>D45HA100</b><br>5.027                                            | <b>Ud PICA TIERRA DE COBRE 1 m.</b>        |      |          |         |        |           | 1,00     | 64,43  | 64,43            |
| <b>D45DB140</b><br>5.028                                            | <b>Ud C. M. P. PARA 5 kW C.A./10kA</b>     |      |          |         |        |           | 1,00     | 377,53 | 377,53           |
| <b>D36YL010</b><br>5.029                                            | <b>MI CABLE 0,6-1KV DE 3X2,5 MM2.</b>      |      |          |         |        |           | 6,00     | 0,82   | 4,92             |
| <b>D45BA100</b><br>5.030                                            | <b>Ud ESTRUCTURA CONSOLE 2.2 (Serie M)</b> |      |          |         |        |           | 18,00    | 43,17  | 777,06           |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C05.6 .....</b>                                |                                            |      |          |         |        |           |          |        | <b>5.389,02</b>  |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C05 UD CONSTRUCTIVA: INSTALACIÓN DE RIEGO POR</b> |                                            |      |          |         |        |           |          |        | <b>27.832,43</b> |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C06 COMPRA DE EQUIPOS**

**SUBCAPÍTULO C06.1 AVENTADORA**

|                                      |                                 |  |  |  |  |  |      |        |               |
|--------------------------------------|---------------------------------|--|--|--|--|--|------|--------|---------------|
| PL791VN23<br>6.001                   | Ud AVENTADORA PARA FRUTOS SECOS |  |  |  |  |  | 1,00 | 490,52 | 490,52        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C06.1 .....</b> |                                 |  |  |  |  |  |      |        | <b>490,52</b> |

**SUBCAPÍTULO C06.2 PELADORA**

|                                      |                             |  |  |  |  |  |      |        |               |
|--------------------------------------|-----------------------------|--|--|--|--|--|------|--------|---------------|
| PLW442RTJ<br>6.002                   | Ud PELADORA DE FRUTOS SECOS |  |  |  |  |  | 1,00 | 648,20 | 648,20        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C06.2 .....</b> |                             |  |  |  |  |  |      |        | <b>648,20</b> |

**SUBCAPÍTULO C06.3 TIJERAS PODA**

|                                      |                             |  |  |  |  |  |      |        |               |
|--------------------------------------|-----------------------------|--|--|--|--|--|------|--------|---------------|
| TJT1004J<br>6.003                    | Ud TIJERA ELÉCTRICA DE PODA |  |  |  |  |  | 1,00 | 359,12 | 359,12        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C06.3 .....</b> |                             |  |  |  |  |  |      |        | <b>359,12</b> |

**SUBCAPÍTULO C07.4 VIBRADOR**

|                                      |                                     |  |  |  |  |  |      |        |               |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|--|--|------|--------|---------------|
| VBR430RV<br>6.004                    | Ud Vibrador de mochila frutos secos |  |  |  |  |  | 1,00 | 783,87 | 783,87        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO C07.4 .....</b> |                                     |  |  |  |  |  |      |        | <b>783,87</b> |

|                                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |                 |
|--------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------|
| <b>TOTAL CAPÍTULO C06 COMPRA DE EQUIPOS.....</b> |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>2.281,71</b> |
|--------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------|

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                                | Descripción                       | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|---------------------------------------|-----------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>CAPÍTULO C07 SEGURIDAD Y SALUD</b> |                                   |      |          |         |        |           |          |        |             |
| D41AA212<br>7.001                     | Ud ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO   |      |          |         |        |           | 2,00     | 150,59 | 301,18      |
| D41AA820<br>7.002                     | Ud TRANSPORTE CASETA PREFABRICADA |      |          |         |        |           | 1,00     | 220,49 | 220,49      |
| D41CA010<br>7.003                     | Ud SEÑAL STOP CON SOPORTE         |      |          |         |        |           | 1,00     | 43,81  | 43,81       |
| D41CA014<br>7.004                     | Ud SEÑAL CUADRADA CON SOPORTE     |      |          |         |        |           | 1,00     | 51,47  | 51,47       |
| D41CA254<br>7.005                     | Ud CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO     |      |          |         |        |           | 1,00     | 7,38   | 7,38        |
| D41EA001<br>7.006                     | Ud CASCO DE SEGURIDAD             |      |          |         |        |           | 2,00     | 3,14   | 6,28        |
| D41EA220<br>7.007                     | Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS          |      |          |         |        |           | 2,00     | 11,70  | 23,40       |
| D41EA401<br>7.008                     | Ud MASCARILLA ANTIPOLVO           |      |          |         |        |           | 2,00     | 2,92   | 5,84        |
| D41EA601<br>7.009                     | Ud PROTECTORES AUDITIVOS          |      |          |         |        |           | 2,00     | 8,13   | 16,26       |
| D41EC001<br>7.010                     | Ud MONO DE TRABAJO                |      |          |         |        |           | 2,00     | 14,25  | 28,50       |

Proyecto de explotación para la producción de pistachos en el munic **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

| Código                                            | Descripción                       | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto   |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|---------------|
| D41EC010<br>7.011                                 | Ud IMPERMEABLE                    |      |          |         |        |           | 2,00     | 5,18   | 10,36         |
| D41EC500<br>7.012                                 | Ud CINTURÓN ANTILUMBAGO           |      |          |         |        |           | 2,00     | 17,98  | 35,96         |
| D41ED105<br>7.013                                 | Ud TAPONES ANTIRUIDO              |      |          |         |        |           | 2,00     | 0,26   | 0,52          |
| D41EE012<br>7.014                                 | Ud PAR GUANTES LONA/SERRAJE       |      |          |         |        |           | 2,00     | 2,73   | 5,46          |
| D41EG010<br>7.015                                 | Ud PAR BOTAS SEGUR. PUNT. SERRAJE |      |          |         |        |           | 2,00     | 22,15  | 44,30         |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C07 SEGURIDAD Y SALUD. ....</b> |                                   |      |          |         |        |           |          |        | <b>801,21</b> |



# **PRESUPUESTO GENERAL**

## RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

| Código | Capítulo                                          | Total €           |
|--------|---------------------------------------------------|-------------------|
| C01    | UD CONSTRUCTIVA: NAVE                             | 29.149,47         |
|        | C01.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN FOTOVOLT            | 1.672,59          |
|        | C01.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRA            | 538,79            |
|        | C01.9 CAPÍTULO 9: INSTALACIÓN ELÉCTRIC.           | 1.588,58          |
|        | C01.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA                     | 2.176,36          |
|        | C01.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEA            | 885,64            |
|        | C01.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA                        | 6.301,91          |
|        | C01.4 CAPÍTULO 4: PARTICIONES                     | 2.216,44          |
|        | C01.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA METÁLICA             | 8.680,38          |
|        | C01.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIC            | 5.088,78          |
| C02    | UD CONSTRUCTIVA: CASETA DE RIEGO                  | 8.072,79          |
|        | C02.8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN DE FONTA            | 16,17             |
|        | C02.2 CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HORMIC            | 1.190,00          |
|        | C02.3 CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA                      | 83,65             |
|        | C02.4 CAPÍTULO 4: ALBAÑILERÍA Y PARTICIC          | 3.132,66          |
|        | C02.5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA                        | 2.096,68          |
|        | C02.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN DE SANEA            | 582,00            |
|        | C02.1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRA            | 71,26             |
|        | C02.7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA                     | 900,37            |
| C03    | UD CONSTRUCTIVA: VALLADO PERIMETRAL               | 6.800,79          |
|        | CO3.1 CAPÍTULO 1: CERRAMIENTO                     | 6.800,79          |
| C04    | UD CONSTRUCTIVA: PLANTACIÓN                       | 52.510,52         |
|        | C04.1 CAPÍTULO 1: PREPARACIÓN DEL TERI            | 2.280,48          |
|        | C04.2 CAPÍTULO 2: REPLANTEO                       | 57,00             |
|        | C04.3 CAPÍTULO 3: PLANTACIÓN                      | 13.373,04         |
|        | C04.4 CAPÍTULO 4: LABORES POSTPLANTAC             | 36.800,00         |
| C05    | UD CONSTRUCTIVA: INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO   | 27.832,43         |
|        | C05.2 CAPÍTULO 2: PIEZAS ESPECIALES               | 672,12            |
|        | C05.6 CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN FOTOVOLT            | 5.389,02          |
|        | C05.5 CAPÍTULO 5: EQUIPO DE FERTIRRIGA            | 549,96            |
|        | C05.3 CAPÍTULO 3: EQUIPO DE BOMBEO Y F            | 1.116,25          |
|        | C05.1 CAPÍTULO 1: TUBERÍAS.                       | 19.945,49         |
|        | C05.4 CAPÍTULO 4: AUTOMATIZACIÓN DEL R            | 159,59            |
| C06    | COMPRA DE EQUIPOS                                 | 2.281,71          |
|        | C06.1 AVENTADORA                                  | 490,52            |
|        | C06.2 PELADORA                                    | 648,20            |
|        | C06.3 TIJERAS PODA                                | 359,12            |
|        | C07.4 VIBRADOR                                    | 783,87            |
| C07    | SEGURIDAD Y SALUD                                 | 801,21            |
|        | <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL. . . . .</b> | <b>127.448,92</b> |
|        | 13 % Gastos Generales. . . . .                    | 16.568,36         |
|        | 6 % Beneficio Industrial. . . . .                 | 7.646,94          |
|        | Suma. . . . .                                     | 151.664,22        |
|        | 21 % I.V.A. de Contrata. . . . .                  | 31.849,49         |
|        | <b>PRESUPUESTO DE CONTRATA. . . . .</b>           | <b>183.513,71</b> |
|        | =====                                             |                   |

Soria a 12 de Junio de 2019

EL INGENIERO TECNICO,

## RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

---

| Código | Capítulo | Total € |
|--------|----------|---------|
|--------|----------|---------|

---