

# **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL**



Proyecto de una plantación trufera en la parcela 116 del polígono 44 del término municipal de Manzanera (Teruel)

**TITULACIÓN: INGENIERÍA DEL MEDIO NATURAL Y  
FORESTAL**

**ALUMNO: MARIO BRELL JARQUE**

**TUTORES: CARLOS DOPAZO GONZÁLEZ**

**CARMEN VIRGINIA PALAU ESTEVAN**

**CURSO ACADÉMICO: 2021-2022**

**VALENCIA, JULIO DE 2022**

**Título:** Proyecto de una plantación trufera en la parcela 116 del polígono 44 del término municipal de Manzanera (Teruel).

**Resumen:** La parcela 116 seleccionada para llevar a cabo la plantación correspondiente al polígono 44 del término municipal de Manzanera (Teruel), presenta una superficie total de 1,3357 ha, que se corresponde con un terreno llano con pendientes de hasta un 4,1% que será destinada en su totalidad para la plantación de *Tuber melanosporum*.

El marco de plantación de la trufera es de 5 x 5 m. Por lo tanto la densidad será de entre 350-400 plantas por hectárea, lo que da un total de 469 encinas en la parcela. La especie vegetal implantada es *Quercus ilex ssp. rotundifolia* y la especie fúngica es *Tuber melanosporum* vitt. Para impedir el paso, tanto al personal ajeno a la explotación trufera, como a la fauna silvestre de la zona, que pudiera causar daños a la plantación, se instalará un cerramiento perimetral de 560 m.

Para el óptimo desarrollo de la trufera se instalará un sistema de riego por microaspersión y se protegerán los elementos mediante una caseta de riego que los resguarde de las condiciones externas.

En los anejos correspondientes de este proyecto quedan determinados los pasos necesarios para la implantación y el mantenimiento de la trufera a lo largo de su vida útil. También se ha diseñado un calendario con las correspondientes actuaciones en el anejo 10.

La mayor parte de los ingresos provienen de la venta de la trufa, consiguiendo de esta manera que la plantación sea rentable. Se prevé una vida útil para la plantación de 50 años, esto quiere decir que para el año 51 del calendario de actuaciones se levantará la trufera, consiguiendo unos ingresos extra con la venta de la madera de las encinas.

**Palabras clave:** *Tuber melanosporum*, *Quercus ilex ssp. rotundifolia*, explotación trufera, microaspersión, vida útil.

**Autor:** Mario Brell Jarque  
**Tutores:** Carlos Dopazo González  
Carmen Virginia Palau Estevan

Valencia, julio de 2022

**Title:** Project for a truffle plantation in plot 116 of polygon 44 of the municipality of Manzanera (Teruel).

**Summary:** The plot 116 selected for planting, corresponding to polygon 44 in the municipality of Manzanera (Teruel), it has a total area of 1.3357 ha, corresponding to a flat terrain with slopes of up to 4.1%, which will be used entirely for planting *Tuber melanosporum*.

The planting frame of the truffle plantation is 5 x 5m. Therefore, the density will be between 350-400 plants for hectare, giving a total of 469 oak trees in the plot. The plant species planted is *Quercus ilex ssp. rotundifolia* and the fungal species is *Tuber melanosporum vitt.* A 560 m perimeter fence will be installed to prevent the passage of personnel from outside the truffle farm, as well as wildlife in the area, which could cause damage to the plantation.

For the optimal development of the truffle plantation, a micro-sprinkler irrigation system will be installed and the elements will be protected by an irrigation hut to protect them from external conditions.

In the corresponding appendices of this project, the necessary steps for the implementation and maintenance of the truffle plantation throughout its useful life are determined. A calendar with the corresponding actions has also been designed in Annex 10.

Most of the income comes from the sale of the truffle, thus making the plantation profitable. The plantation is expected to have a useful life of 50 years, which means that in the 51st year of the action calendar the truffle plantation will be erected, obtaining extra income from the sale of the oak wood.

**Keywords:** *Tuber melanosporum*, *Quercus ilex ssp. rotundifolia*, truffle exploitation, microspray, useful life.

**Autor:** Mario Brell Jarque  
**Tutores:** Carlos Dopazo González  
Carmen Virginia Palau Estevan

Valencia, julio de 2022

## ÍNDICE GENERAL

### DOCUMENTO 1: MEMORIA

#### Anejos a la memoria

- Anejo 1: Historia de la trufa
- Anejo 2: Estudio Climático
- Anejo 3: Estudio Edafológico
- Anejo 4: Estudio de las Alternativas
- Anejo 5: Material Vegetal
- Anejo 6: Vallado
- Anejo 7: Establecimiento y labores de la plantación
- Anejo 8: Diseño agronómico
- Anejo 9: Diseño hidráulico
- Anejo 10: Calendario de trabajos
- Anejo 11: Estudio Económico
- Anejo 12: Bibliografía
- Anejo 13: Parcela SIGPAC

### DOCUMENTO 2: PLANOS

### DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

### DOCUMENTO 4: PRESUPUESTOS

### DOCUMENTO 5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

# **DOCUMENTO 1**

## **MEMORIA**

Proyecto de una plantación trufera en la parcela 116 del polígono 44 del término municipal de Manzanera (Teruel)

## ÍNDICE DE LA MEMORIA

<b>1. OBJETO DEL PROYECTO</b>	<b>1</b>
1.1 NATURALEZA Y FINALIDAD DEL PROYECTO	1
1.2 LOCALIZACIÓN	1
1.3 DIMENSIONES	1
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>1</b>
2.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO	1
2.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
2.3 ESTUDIOS REALIZADOS	2
<b>3. BASES DEL PROYECTO</b>	<b>2</b>
3.1 FINALIDAD DEL PROYECTO	2
3.2 ESTUDIO DE LOS CONDICIONANTES	2
3.2.1 Condicionantes internos	2
3.2.2 Condicionantes externos	5
3.2.3 Situación actual	6
<b>4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA</b>	<b>7</b>
4.1 TIPO DE CULTIVO	7
4.2 DENSIDAD Y MARCO DE PLANTACIÓN	7
4.3 ÉPOCA DE PLANTACIÓN	8
4.4 MÉTODO DE PLANTACIÓN	8
4.5 PREPARACIÓN PREVIA DEL TERRENO	8
4.6 MÉTODO DE APERTURA DE HOYOS	8
4.7 MANTENIMIENTO DEL SUELO	8
4.8 SISTEMA DE FORMACIÓN Y PODAS	9
4.9 CONTROL DEL DÉFICIT DE HUMEDAD	9
4.10 SISTEMA DE RIEGO	9
4.11 SISTEMA DE FERTILIZACIÓN	9
4.12 MÉTODO DE RECOLECCIÓN	10
<b>5. INGENIERÍA DEL PROYECTO</b>	<b>10</b>
5.1 INGENIERÍA DEL PROCESO	10
5.1.1 Establecimiento de la plantación	10
5.1.1.1 Preparación del terreno	10
5.1.1.2 Replanteo	10
5.1.1.3 Obtención y transporte de la planta	11
5.1.1.4 Plantación	11
5.1.1.5 Reposición de marras	12
5.1.1.6 Riegos de apoyo en los primeros años	12
5.1.2 Labores de la plantación	13
5.1.2.1 Período de implantación (Reyna, 2011)	13

5.1.2.2 Periodo de colonización (Reyna, 2011)	13
5.1.2.3 Periodo de asentamiento (Reyna, 2011)	14
5.1.2.4 Periodo de explotación (Reyna, 2011)	15
<b>6. VALLADO DE LA PARCELA</b>	<b>16</b>
<b>7. SISTEMA DE RIEGO</b>	<b>17</b>
<b>8. ESTUDIO ECONÓMICO</b>	<b>20</b>
8.1 VIDA ÚTIL DEL PROYECTO	20
8.2 RENTABILIDAD ECONÓMICA	21
<b>9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b>	<b>21</b>

## ÍNDICE TABLAS MEMORIA

Tabla 1. Datos climáticos

Tabla 2. Riegos corregidos con la eficiencia del sistema de riego

## ÍNDICE FIGURAS MEMORIA

Figura 1. Diagrama ombrotérmico de El Toro situado a 2 Km de la parcela

## **1. OBJETO DEL PROYECTO**

### **1.1 NATURALEZA Y FINALIDAD DEL PROYECTO**

El objetivo y la naturaleza del proyecto consiste en la puesta en marcha de una plantación de *Quercus ilex* micorrizadas con *Tuber melanosporum* sobre una superficie de 1,3357 ha. La parcela en la que se pretende realizar la plantación fue usada anteriormente para cultivos de cereales en secano (trigo y cebada).

El proyecto comprende la plantación de *Quercus ilex*, la instalación de un sistema de riego que permita un desarrollo óptimo y de alta calidad de la trufa, así como, la realización de un cerramiento de la parcela para proteger las trufas de animales u otros factores perjudiciales para su correcto desarrollo.

### **1.2 LOCALIZACIÓN**

La parcela donde se va a llevar a cabo la plantación se encuentra en la provincia de Teruel y pertenece al término municipal de Manzanera.

La parcela se identifica catastralmente como la parcela 116 del polígono 44 y su referencia catastral es: 44150A044001160000TE.

Las coordenadas UTM del centro de la parcela son:

X: 688448.25

Y: 4429557.04

### **1.3 DIMENSIONES**

La parcela presenta una superficie de 1.3357 ha y de un longitud perimetral de en torno a 560 metros, se va a destinar en su totalidad para realizar la plantación de carrascas truferas (*Quercus ilex*).

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO**

La principal causa de llevar a cabo el estudio de este proyecto es la de aumentar la rentabilidad económica del propietario, empleando alternativas que otorguen una mayor productividad a la parcela junto al mantenimiento de un uso de la parcela adecuado.

### **2.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Este proyecto se lleva a cabo para intentar cumplir con los siguientes objetivos:

- Aumentar los ingresos económicos del propietario.
- Fomentar la formación de masa forestal, mejorando así el medio ambiente y la diversidad de especies en la zona.
- Mejorar la calidad paisajística de la zona.
- Potenciar la venta y la calidad productiva de un alimento como lo es la trufa con un alto valor gastronómico.

## **2.3 ESTUDIOS REALIZADOS**

Para poder realizar un estudio adecuado de la parcela se han tenido que llevar a cabo diversos estudios antes de comenzar la plantación:

- Estudio climatológico: Se realiza un amplio estudio de todos aquellos factores climáticos que puedan influir de manera directa o indirecta sobre la producción de trufa en la parcela.
- Estudio edafológico de la parcela: Para poder realizarlo se han extraído varias muestras de tierra de la parcela que han sido sometidos a estudio en el Laboratorio de Edafología de la ETSIAMN.

## **3. BASES DEL PROYECTO**

### **3.1 FINALIDAD DEL PROYECTO**

La finalidad principal de este proyecto es alcanzar un rendimiento económico alto, cultivando un producto de alta calidad gastronómica como lo es la trufa, evitando cualquier tipo de daño al medio ambiente y favoreciendo la diversidad de productos y vegetación de la zona.

### **3.2 ESTUDIO DE LOS CONDICIONANTES**

#### **3.2.1 Condicionantes internos**

##### **-Estado legal:**

La parcela 116 del polígono 44 localizada en el municipio de Manzanera en la provincia de Teruel es propiedad de Felicidad Jarque Fonfría.

### -Climatología:

El clima es uno de los principales factores condicionantes a la hora de realizar una plantación. Por ello, para evaluar la incidencia de este factor en la viabilidad del proyecto, es necesario realizar un estudio climático.

Dicha información ha sido extraída mayoritariamente de Avamet (Associació valenciana de meteorología) de un pueblo ubicado a 4 Km de la parcela situado a 1000 msnm llamado El Toro. Debido a la escasez de datos de la estación climática se hace necesario acudir a una estación más completa, para obtener algunos datos significativos acerca del nº de días de niebla y del número de heladas, en este caso se ha optado por la estación climática de Teruel, por su complejidad y su similitud con nuestra estación principal. Los datos obtenidos están explicados de forma detallada en el anejo 2 de estudio climatológico, de donde se han extraído las tablas.

A continuación se presenta un cuadro resumen de las temperaturas correspondientes al período 2016-2021 extraído de la estación climática de El Toro de la Avamet.

Tabla 1. Datos climáticos de temperaturas de El Toro (Avamet, 2022)

Mes	T <sub>min,a</sub> (°C)	T <sub>min,ma</sub> (°C)	T <sub>min,m</sub> (°C)	T <sub>m</sub> (°C)	T <sub>max,m</sub> (°C)	T <sub>max,ma</sub> (°C)	T <sub>max,a</sub> (°C)
Enero	-14,8	-7,3	0	4,9	10,4	17,7	20,8
Febrero	-8,5	-5,4	0,9	6,3	12,3	18,9	21,8
Marzo	-4,7	-2,8	2,4	7,6	13,4	22,9	24,4
Abril	-1,9	-1	4,5	9,5	14,9	22,4	25,7
Mayo	-1,3	1,7	6,9	13,5	19,7	25,9	27,7
Junio	0,4	6,1	11,2	17,6	24,3	31,1	34,5
Julio	8,3	9,8	13,7	20,8	28,1	34,4	35,5
Agosto	6,4	9,7	14,1	20,4	27,6	34,8	39,2
Septiembre	3,1	6,2	11,3	16,9	23,2	29,4	34,3
Octubre	-2	1	7,1	13,9	19,4	26,3	28,8
Noviembre	-6,9	-3,3	3,1	7,7	12,9	20,4	24,1
Diciembre	-6,9	-4,6	1,1	6,1	12	19,1	22,2
Anual	-2,4	0,84	6,35	12,1	18,2	25,3	28,25

Donde:

- T<sub>min,ma</sub> (°C): Temperatura media de mínimas absolutas.
- T<sub>min,a</sub> (°C): Temperatura mínima absoluta.
- T<sub>min,m</sub> (°C): Temperatura media de mínimas.
- T<sub>m</sub> (°C): Temperatura media.
- T<sub>max,m</sub> (°C): Temperatura media de máximas.
- T<sub>max,ma</sub> (°C): Temperatura media de máximas absolutas.
- T<sub>max,a</sub> (°C): Temperatura máxima absoluta.

**-Temperaturas:** La climatología existente en la zona se caracteriza por inviernos moderados y con una humedad relativa media de entorno al 60%, siendo la temperatura media del mes más frío (enero) de 4,9 °C.

Los veranos se caracterizan por ser calurosos con lluvias esporádicas y con una temperatura media del mes más cálido (julio) de 20,8 °C.

**-Precipitaciones:** La zona de estudio presenta una precipitación media anual de 647,1 mm, siendo febrero el mes que presenta menor pluviometría con 18,8 mm, y siendo marzo el mes de mayor pluviometría con 104,2 mm.

Es fundamental para un correcto desarrollo de la planta la lluvia en verano principalmente los primeros 5 años, debido a las altas temperaturas a las que la planta está expuesta durante los meses de julio y agosto (Reyna, 2011).

Para la determinación de los meses secos se estudian los diagramas ombrotérmicos. Los períodos de sequía y su distribución se encuentran representados en la figura 1.

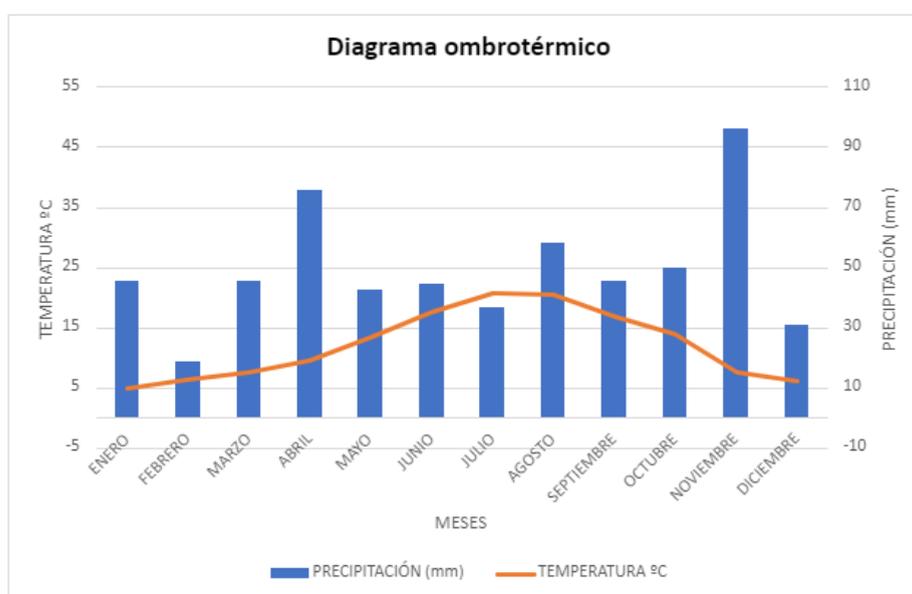


Figura 1. Diagrama ombrotérmico de El Toro situado a 2 Km de la parcela

Como puede observarse en el diagrama ombrotérmico resultante, el período seco se da en el mes de julio.

**-El viento:** Es un factor limitante para la plantación trufera cuando de forma continuada alcanza los 20 km/h, dado que puede llegar a ocasionar la rotura de ramas, deformaciones de la copa del árbol y la desecación del terreno entre otros. En nuestro caso el mes con un viento medio más elevado es enero siendo de 15,1 km/h, dado que la zona se encuentra repleta de plantaciones se sabe por la experiencia de diversos cultivos que el viento en principio no debería suponer ningún problema.

**-Clasificaciones climáticas:** Según la clasificación bioclimática de UNESCO-FAO la zona presenta un clima templado, con inviernos moderados. Por tanto la zona presenta un clima templado monoxérico submediterráneo.

Para completar el análisis climatológico se ha llevado a cabo la definición de varios índices para obtener una mayor concreción del clima de la zona de estudio:

- Según el índice de Martonne se corresponde con una zona de olivos y cereales.
- Según el índice de Knoche se corresponde con una zona de aridez severa.
- Según el índice de Dantín-Revenga la zona presenta un clima húmedo.
- Según el índice de Lang se corresponde con una zona húmeda de estepa y sabana.
- Según el índice pluviométrico de Blair la zona presenta un clima subhúmedo.
- Según el índice de Emberger la zona presenta un clima subhúmedo.

**-Edafología:** Según el estudio realizado (véase el Anejo 3), el suelo de la parcela donde se pretende realizar la plantación trufera presenta una textura franca, la cual es una de las texturas más adecuadas para una plantación trufera; la proporción de arena, limo y arcilla en el terreno es la siguiente:

Arena (%)= 41 %  
Limo (%)= 37 %  
Arcilla (%)= 22 %

En cuanto a las propiedades químicas del suelo, el terreno presenta un pH de 8,4 comprendido entre 7,5 y 8,5 que son los valores recomendados.

La caliza activa presenta valores próximos a 6,08% situado entre el 0.1 y el 30% que se estima como adecuado.

Los valores de materia orgánica son de 1,04 % y la conductividad eléctrica es de 0,205 mmhos/cm, siendo inferior a los 0,35 mmhos/cm que se recomiendan, por lo que no existe ningún problema de salinidad.

Todos estos valores nos indican que las características del suelo son adecuadas para el desarrollo de la trufa (Reyna, 2011).

**-Orografía:** La orografía del terreno es prácticamente llana con una pendiente media del 4,10%. Esto indica que no habrá ningún tipo de problema para la realización de las labores de establecimiento y mantenimiento ni tampoco se producirán problemas de escorrentía.

### **3.2.2 Condicionantes externos**

**-Comunicaciones y núcleos de población:** La parcela del proyecto se encuentra a 2 km de la zona más cercana con habitantes, que se corresponde con Alcotas, una pequeña aldea de 13 habitantes registrados en el año 2020, perteneciente al municipio de Manzanera, provincia de Teruel.

El municipio de El Toro, por su parte, se encuentra a 4 km de distancia de la parcela; son los datos climáticos de este municipio los utilizados principalmente para el estudio climático efectuado en este proyecto.

Por otra parte, el pueblo de Manzanera se halla a 7,7 km de distancia de la parcela en estudio.

**-Mano de obra:** Debido a que la plantación trufera se encuentra rodeada de zona agrícola, no habrá problemas a la hora de contratar mano de obra especializada en las labores agrícolas. El promotor se encargará de realizar la gran mayoría de las labores, y para labores más específicas que requieran de un uso de maquinaria concreta se contratará a personas especializadas para llevarlas a cabo.

**-Condicionantes económicos:** El promotor del proyecto dispone del capital necesario para hacer frente a todos los gastos que la plantación requiere para su correcto desarrollo.

**-Condicionantes legales:** La parcela es propiedad del promotor del proyecto, por lo que no hay ningún gravamen sobre ella.

**-Disponibilidad de bienes y servicios:** Con respecto al alquiler de maquinaria, se contactará con gente de Alcotas y del municipio de Manzanera aprovechando que también emplean maquinaria para sus propios cultivos.

**-Condicionantes ambientales:** No supondrá ningún tipo de problema o pérdida de calidad paisajística, debido a que la parcela está rodeada de Quercus de otros promotores, así como de una gran diversidad de pastos u otras plantaciones.

El impacto sobre el ecosistema será mínimo ya que no se producirá ningún tipo de residuo ni emisiones al medio.

**-Mercado de materias primas:** Las materias primas y productos que se necesiten para realizar la plantación serán adquiridos de diversas empresas próximas a la localización de la plantación.

La planta de encina micorrizada se comprará en viveros especializados en la producción de este tipo de planta ubicados en la zona de Sarrión (Teruel).

### **3.2.3 Situación actual**

La parcela en la actualidad está siendo empleada para labores de pastoreo por un familiar, lo cual permite mantener activo el terreno y que no quede descuidado, para que cuando el promotor lo necesite y decida poner en marcha la plantación el terreno esté listo para ser trabajado.

## 4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Las diferentes alternativas estudiadas (véase en el anejo 4), son las que aparecen a continuación, donde se justifica la opción seleccionada para cada una de las alternativas.

### 4.1 TIPO DE CULTIVO

Se ha optado por el establecimiento de una plantación trufera, ya que es una de las condiciones impuestas por el promotor.

Se ha elegido el monocultivo forestal, el cual consiste en introducir una única especie fúngica, para evitar así competencias entre diferentes especies. Los tratamientos silvícolas son menores, y por tanto, los costes también son menores. Además se quiere conseguir una producción máxima y una rápida entrada en producción para recuperar en el menor tiempo posible el capital de la inversión (Moratilla, 2019).

La especie huésped será el *Tuber melanosporum* Vitt, dado que es la que mejor se adapta a las condiciones climatológicas de la comarca, se encuentra de forma natural en la zona y será la que más rentabilidad le otorgue al proyecto, siendo además la trufa con mayor valor económico y gastronómico en España (Reyna, 2011).

Teniendo en cuenta la vegetación natural presente en la zona, así como, la gran rusticidad de la especie, se decide que la especie que actuará como simbionte micorrízico será el *Quercus ilex ssp. rotundifolia*, dado que es una especie que se adapta perfectamente a las condiciones climáticas y edáficas de la zona y produce trufas negras de excelente calidad.

### 4.2 DENSIDAD Y MARCO DE PLANTACIÓN

Se elige una densidad media de plantación, ya que es lo más apropiado para la inversión privada, se obtiene una buena productividad y se recupera el capital invertido inicialmente en menos tiempo que si se hiciera de baja densidad.

Por lo tanto, la plantación se realizará en un marco de plantación de 5 x 5 m para dejar el espacio suficiente entre filas que nos facilite la colocación del sistema de riego por microaspersión.

Se ha dejado un margen de 5 metros entre la plantación y el vallado de la parcela para facilitar los trabajos de laboreo y el paso de la maquinaria necesaria.

En consecuencia, se plantarán un total de 469 carrascas en toda la parcela.

### **4.3 ÉPOCA DE PLANTACIÓN**

La plantación se llevará a cabo durante la 1ª quincena de marzo una vez haya finalizado el invierno para evitar que las heladas puedan afectar al cepellón micorrizado, y así aprovechar las lluvias de primavera para reforzar y favorecer el enraizado de las plantas.

### **4.4 MÉTODO DE PLANTACIÓN**

En la plantación se utilizarán plantas del vivero Miguel Santafé Bertolín e Hijos (viverista y truficultor) en la C/. Zaragoza, 8 en Sarrión (Teruel) con cepellón en envase de 450 c.c. para favorecer de esta manera la unión de la planta al terreno y conservar así la humedad de las raíces y proteger a la planta durante los primeros años de factores externos que puedan dañarla y evitar que se desarrollen correctamente. Se colocará un tubo protector de plástico perforado de unos 60 cm de alto y diámetro de 10 a 12 cm para la protección de la planta ante ataques de herbívoros, principalmente conejo y liebre durante sus dos primeros años.

### **4.5 PREPARACIÓN PREVIA DEL TERRENO**

Se ha optado por el pase con arado de vertedera a 40-50 cm de profundidad, el subsolado pleno a una profundidad de 80 cm, por ser el método que mejor se adapta a las exigencias del proyecto permitiendo un buen desarrollo radicular y un buen desarrollo de las plantas y posteriormente se llevará a cabo la labor con cultivador a unos 30 cm de profundidad.

### **4.6 MÉTODO DE APERTURA DE HOYOS**

La apertura de los hoyos se realizará de forma manual, ya que el terreno se encuentra en condiciones óptimas tras las labores realizadas con anterioridad. Los hoyos no necesitarán de una gran profundidad de ahí que se haya seleccionado el método manual.

### **4.7 MANTENIMIENTO DEL SUELO**

El mantenimiento del suelo en plantaciones truferas tiene como objetivo principal el control de las malas hierbas mediante escardas alrededor de la planta que aparecen como consecuencia de las lluvias primaverales.

Existen distintos tipos de sistemas para el mantenimiento del suelo, pero se ha elegido el laboreo mediante cultivador durante los primeros años sobre el uso de herbicidas ya que éste podría causar un efecto negativo sobre la micorrización. Cuando los quemados aumentan considerablemente el tamaño sobre el año 13-15 se realizará mediante motodesbrozadora para no dañar las raíces micorrizadas.

Los pases se efectuarán mediante cultivadores con sistema de regulación de profundidad o las gradas de disco procurando no superar los 20 cm de profundidad en los dos primeros años y después se irá reduciendo progresivamente la profundidad no superando los 10 cm

de profundidad. Teniendo sumamente cuidado en los quemados, simplemente raspando la primera capa de tierra, evitando profundizar demasiado.

Durante la fase de alta producción se realizarán pases con motodesbrozadora.

En los quemados la descompactación y aireación se realizará manualmente con rastrillo afectando a la capa superficial. Para la realización de los alcorques, aporcados y escardas, alrededor de las plantas, se realizarán de forma manual (Reyna, 2011).

Todas las fechas de las labores necesarias de establecimiento y mantenimiento de las trufas se encuentran desarrolladas en el anejo 10.

#### **4.8 SISTEMA DE FORMACIÓN Y PODAS**

La poda en una plantación trufera es fundamental para que la planta pueda desarrollarse correctamente y el suelo donde se sitúa el quemado reciba la insolación y aireación suficiente.

Se eliminarán los rebrotes de cepa o de raíz y se cortarán las ramas más bajas dejando el tronco libre de ramas hasta una altura aproximadamente igual a un tercio de la altura total del árbol.

#### **4.9 CONTROL DEL DÉFICIT DE HUMEDAD**

Para el control de la humedad del suelo, cuyo factor es el más importante para que la planta crezca y nos permita extraer trufas de calidad, se ha decidido instalar un sistema de riego por microaspersión en el año 7 que permita obtener una buena producción de trufa sin depender de las precipitaciones, que en los meses de verano en nuestra zona se vuelven irregulares e impredecibles, y poder así mantener una cierta regularidad en la extracción de trufas anuales y su posterior comercialización.

#### **4.10 SISTEMA DE RIEGO**

Se instalará un sistema de riego por microaspersión con respecto al riego por goteo, ya que se adapta perfectamente a las dimensiones de la parcela, además nos permite aumentar el rango de riego a medida que los árboles crecen y por último el mayor tamaño en los diámetros de las boquillas provocará una reducción de los problemas de obstrucción.

#### **4.11 SISTEMA DE FERTILIZACIÓN**

Los abonados no son recomendables para el establecimiento del *Tuber melanosporum*.

## **4.12 MÉTODO DE RECOLECCIÓN**

La recolección de las trufas se realizará mediante el empleo de un perro adiestrado porque es el único método legalmente permitido y el más eficiente en nuestro país, además de resultar más fácil su control y manejo.

## **5. INGENIERÍA DEL PROYECTO**

### **5.1 INGENIERÍA DEL PROCESO**

#### **5.1.1 Establecimiento de la plantación**

##### **5.1.1.1 Preparación del terreno**

Para un correcto funcionamiento de la parcela y de un desarrollo adecuado del sistema radicular de las plantas es de vital importancia llevar a cabo ciertas labores de preparación del suelo previas a la plantación, estas labores son:

-Pase con arado de vértebras: Para ello empleamos un arado de vertederas reversible, acoplado a un tractor de 150 C.V de doble tracción. Por medio de los pases se pretende voltear el suelo, a una profundidad de 40-50 cm en la segunda quincena de septiembre, con el fin de eliminar las malas hierbas y los restos de antiguos cultivos, así conseguimos una mayor permeabilidad al agua en el terreno (Reyna, 2011).

-Subsolado: Es un tipo de laboreo del suelo sin volteo de la tierra que permite una mayor profundidad y cuya misión principal es la de retrasar el apelmazamiento del suelo y su compactación. Con este procedimiento se consigue romper las capas más profundas e impermeables del suelo consiguiendo de esta forma que las raíces de las plantas penetren mejor en el terreno.

Esta operación se realizará con subsolador de bastidor recto y diente inclinado acoplado a un tractor agrícola y una profundidad en torno a 80 cm (Placed, 2014).

Se realizará un pase la 1ª quincena de octubre.

-Pase de cultivador: Se empleará un cultivador con sistema de regulación de profundidad o las gradas de disco, procurando no superar los 30 cm de profundidad con el objetivo de mullir y airear la capa de tierra arable y eliminar las malas hierbas.

##### **5.1.1.2 Replanteo**

El replanteo de la plantación consiste en el señalamiento de hoyos previo a la plantación con el espaciamiento elegido y se realizará mediante la ayuda de un tractor agrícola con GPS y un rejón, para determinar la ubicación exacta de los árboles.

El replanteo se llevará a cabo marcando primero las líneas en una dirección con una separación entre ellas de 5 m, para posteriormente efectuar las filas en dirección perpendicular a las anteriores, situadas, asimismo, a 5 m de distancia.

En los puntos de intersección de ambas familias de líneas se realizarán los correspondientes hoyos para ubicar la planta; con el marco de plantación seleccionado 5 x 5 m habrá un total de 469 hoyos en la parcela.

Se ha previsto dejar una distancia desde el límite de la parcela a los árboles de 5 m. Esto nos permitirá colocar a 2 m del último árbol el correspondiente microaspersor, y dejar todavía una distancia de 3 m para posibilitar el acceso de la maquinaria agrícola.

Esta operación se llevará a cabo cuando el terreno ya esté preparado, mullido y alisado con las labores complementarias. Se realizará sobre la tercera/cuarta semana de febrero.

#### **5.1.1.3 Obtención y transporte de la planta**

Los viveros que nos proporcionarán la planta serán viveros autorizados, de tal forma que obtengamos un material vegetal sano y con garantía de micorrización con *Tuber melanosporum*.

En nuestro caso para realizar la plantación serán necesarias 469 plantas. Sin embargo, teniendo en cuenta las posibles mareas que se produzcan en el primer año, se solicitará al vivero un 2% más, es decir, en total 479 plantas.

El vivero seleccionado se localiza en la calle Zaragoza 8, en Sarrión, se encuentra a 22,3 km de distancia con respecto al pueblo más cercano a la parcela (Alcotas). Por tanto la distancia del trayecto sin tráfico es de entre 25/30 minutos en coche.

Para el trayecto del vivero a la plantación se debe proteger a los plantones de la desecación causada por las posibles altas temperaturas o por el viento mediante una lona que los cubra.

Cuando recibamos las plantas del vivero, es conveniente confirmar la adecuada micorrización con personal especialista en el tema y ver que la planta se encuentra en condiciones de hidratación y aireación adecuadas, así como asegurarse de que no presentan agentes patógenos que puedan dañar la plantación. Además, cada planta deberá ser suministrada con cepellón en un envase de 450 c.c. y su correspondiente certificado de micorrización.

#### **5.1.1.4 Plantación**

La plantación se puede llevar a cabo en otoño y en primavera. Para nuestro caso se ha elegido la 1ª quincena de marzo, ya que nuestra plantación se encuentra a una altitud de 1150 m y de esta forma se evitarán los posibles daños por heladas que se puedan producir en invierno.

El suelo habrá sido trabajado con anterioridad, por lo que el terreno estará mullido facilitando la abertura de hoyos con la azada.

Para la colocación de la planta en el hoyo deberá estar en las condiciones óptimas de hidratación antes de ser plantada, y posteriormente la planta se extraerá del contenedor con cuidado para que no se deshaga el cepellón, se pondrá en el fondo del hoyo y se rellenará con tierra.

Posteriormente se pisará alrededor de la planta para compactar y cerrar los poros del suelo y realizaremos un pequeño alcorque que facilite la retención de agua. Se regará cada planta con unos 5 L de agua para facilitar la adaptación de la misma al terreno y facilitar su enraizamiento.

Simultáneamente, se colocará el tubo protector (tubex ecoforest), que protegerá a la planta durante uno o dos años del frío en invierno, del calor en verano, de los animales y a su vez favorecerá la retención y transpiración del agua.

Como la plantación se realizará en marzo los tubos protectores deberán quitarse cuando la planta salga por encima, teniendo especial cuidado para que no se debiliten en exceso.

Siempre hay alguna planta que queda pequeña o que inicia más tardíamente el crecimiento, puede ser interesante en este caso dejar una año más el protector, si aun así no se desarrolla se deberá pensar en sustituirla.

#### **5.1.1.5 Reposición de marras**

Como en todas las plantaciones, existe un bajo porcentaje de que las plantas al trasplantarse mueran por no adaptarse correctamente a las nuevas condiciones del terreno u otros factores.

De estudios previos, se desprende que las plantas que mueren en una plantación trufera habiéndose realizado la misma de forma correcta, representan un porcentaje de 2% - 3% del total (López, 2018).

La reposición de marras se realizará del mismo modo que el efectuado en la plantación inicial. Se llevará a cabo en las mismas fechas del próximo año para que no se produzca un desfase en su desarrollo con respecto a las plantas arraigadas inicialmente.

En consecuencia, se considera que se deberán reponer 9-10 plantas, siendo éste un rango variable dependiendo de las condiciones ambientales que sufran las plantas durante el año de plantación.

#### **5.1.1.6 Riegos de apoyo en los primeros años**

El sistema de riego a emplear para la parcela será por microaspersión, pero durante la primera etapa de la plantación, será de mayor utilidad emplear una cisterna acoplada a un

tractor agrícola, ya que se regará la planta echando el agua directamente en los alcorques, para que toda el agua se concentre en el sistema radicular de las plantas, y no se expanda a un mayor diámetro, ya que si ocurre esto se favorece la aparición de otras plantas competidoras por el agua y por los nutrientes a su alrededor.

El sistema de riego se instalará una vez se hayan formado los quemados, sobre el año 7 de la plantación.

### **5.1.2 Labores de la plantación**

Una vez establecida la plantación es necesario tener un mantenimiento óptimo a lo largo de su vida, para poder sacar la máxima rentabilidad posible de la plantación trufera. Este mantenimiento se lleva a cabo en cuatro etapas distintas: periodo de implantación, periodo de colonización, periodo de asentamiento y periodo de explotación.

#### **5.1.2.1 Período de implantación (Reyna, 2011)**

Este periodo comprende del año 0 al año 3 de la plantación, y durante este periodo se deben hacer escardas poco profundas a mano con azada las veces que sea necesario para mantener el entorno de la planta limpio de malas hierbas y retener la humedad en el suelo.

Cuando la planta sobrepase el tubo protector colocado en el momento de la plantación es conveniente quitarlo con precaución para que no se tumbe debido a la altura excesiva en relación al grosor del tallo.

- Laboreo: Se deben hacer las labores que sean necesarias para mantener la humedad en el suelo y controlar las malas hierbas hasta que la planta tenga la suficiente fuerza como para no verse comprometida en su desarrollo.

Durante este periodo se realizarán de 2 a 4 pases durante el año a una profundidad de 15 cm.

- Riegos: Se realizarán riegos de apoyo para afianzar la planta, debiendo dejarse siempre periodos secos para fomentar en la planta la emisión de raíces en profundidad para captar el agua de los estratos profundos y asegurar el arraigo.

#### **5.1.2.2 Período de colonización (Reyna, 2011)**

Este periodo comprende de los 4 a 8 primeros años de la plantación, y en él se produce la extensión del micelio en el suelo y la proliferación de micorrizas de trufa en el sistema radical.

En este periodo se busca mantener lo máximo posible las condiciones naturales del terreno para reducir la aparición de otras micorrizas.

- Laboreo: Durante este periodo se realizarán de 1 a 3 pases preferiblemente en primavera para mantener la sazón y evitar la aparición de malas hierbas, estas labores no deberán pasar de los 15 cm de profundidad, utilizando para ello un cultivador con sistema de regulación de profundidad o las gradas de disco.

También se hará un pase de cultivador en los meses de otoño, con las mismas características que el de primavera.

- Riego: Los riegos deben ser los mínimos imprescindibles, ya que en esta época si el riego no es el adecuado la planta podrá micorrizar con otros hongos no deseados.

Por lo tanto, los riegos se aplicarán cada tres semanas desde el mes de marzo hasta el mes de julio si tenemos un déficit hídrico considerable. En los meses de agosto, septiembre y octubre no se aplicarán riegos salvo sequía extrema con la finalidad de fortalecer a la planta generándole un periodo de estrés hídrico. Durante esta época de colonización, los riegos deben ser efectuados cuando exista un déficit hídrico superior a 5 l/m<sup>2</sup>, y nunca se aportará la totalidad del déficit, sino que se mantendrá un poco de estrés.

- Podas: Se llevarán a cabo podas anuales ligeras de formación para evitar el crecimiento de rebrotes de base. Las heridas de poda deberán tratarse con masilla o pintura fungicida para evitar la entrada de hongos de pudrición en el fuste.

#### **5.1.2.3 Periodo de asentamiento (Reyna, 2011)**

Este periodo, comprendido entre los 4-8 años (tiempo necesario para que la trufera alcance una masa crítica de micelio y micorrizas y aparezcan los quemados alrededor del árbol) y los 10-12 años (la plantación comienza progresivamente a entrar en producción).

- Laboreo: Una vez han aparecido los quemados alrededor de las plantas los laboreos se van haciendo más innecesarios, ya que el propio desarrollo del micelio será el que impida el crecimiento de malas hierbas. Por lo tanto, deberá interrumpirse el laboreo en los quemados y si se realiza no se deberá profundizar más de 10 cm. El laboreo para eliminar las malas hierbas entre calles se podrá seguir haciendo en primavera tras acabar la época de recolección a finales de marzo.

- Riego: El riego en el periodo de asentamiento se realizará mediante el sistema de riego por microaspersión instalado durante el año 7, y deberá ir variando progresivamente desde el periodo de colonización al periodo de explotación para que la planta no se encuentre siempre en las condiciones más favorables, ya que esto podría suponer una disminución de la producción.

- Podas: Se realizarán podas anuales ligeras de formación con el objetivo de conducir a la planta hacia portes arbóreos que permitan la insolación y aireación del suelo. Las heridas deberán protegerse correctamente.

#### 5.1.2.4 Periodo de explotación (Reyna, 2011)

Es un periodo que comienza en el 10-12 año en el que la plantación se encontrará en una fase de plena producción.

- Laboreo: La profundidad del laboreo será de 10 cm donde todavía crece vegetación, para ello se pueden emplear un cultivador de golondrinas, pero cada vez es más frecuente el uso de cultivadores con un limitador de profundidad, que consiste en un rodillo intercalado que impide que el apero profundice más de 10 cm.

El laboreo se realizará una única vez al año al terminar la campaña de recolección, para retener las lluvias de primavera aprovechando que la actividad vegetativa apenas ha comenzado para el año siguiente, aunque dependiendo de las lluvias en el año y la edad de la plantación se pueden realizar hasta 3 rejas.

- Riego: La plantación se regará mediante un sistema de riego por microaspersión instalado en el año 7 de la plantación. La cantidad de riego está detallado en el “anejo 8 de diseño agronómico”, así como, el microaspersor seleccionado para las condiciones presentes en la zona donde se llevará a cabo la plantación.

- Podas: Las podas de formación permiten que el árbol adquiera forma de cono invertido con la base del tronco, para permitir la entrada de los rayos de sol a la zona del quemado.

La época más adecuada para llevar a cabo las podas es al final de la campaña de recolección, cuando la actividad vegetativa del árbol se encuentra detenida; la intensidad de las podas debe ser muy baja para evitar desequilibrios nutricionales y fisiológicos que pudieran afectar a las micorrizas.

Del año 13 al 26 las podas se realizarán cada 2 años, mientras que a partir de los 27 años las podas se realizarán con una frecuencia de 4 años.

- Preparación de nidos: La apertura de pozos para realizar los nidos se comenzarán a realizar sobre el año 6-7 cuando se estima que la plantación comience a entrar poco a poco en producción. En un principio serán 4 los nidos que se realicen por planta y se realizarán la 1ª quincena de abril cada 2 años desde el año 6 hasta el año 26, posteriormente desde el año 27 al 49 se realizarán 6 nidos cada 3 años.

Con esto se busca potenciar los micelios y micorrizas en los árboles truferos. Asimismo, los nidos aumentan la profundidad a la que salen las trufas, lo que les permite estar menos expuestas a daños producidos por heladas, animales y la infestación de *Lioides*, siendo, asimismo, más improbable que sufran una maduración irregular o imperfecta. Al realizar el nido, se crea una discontinuidad abrupta en la interfaz suelo / sustrato que podría favorecer la formación de primordios.

Los nidos consisten en hoyos en el terreno próximo al árbol en el interior de los quemados o en el borde de los mismos, de unos 20 cm de diámetro y 20 cm de profundidad rodeando el

árbol. Se comienza haciendo nidos próximos al árbol a unos 40 cm del tronco y a medida que completamos todo el diámetro del árbol nos vamos alejando de éste.

La mezcla para los nidos contiene aproximadamente 2 g de trufa madura con agua destilada y 80 ml de vermiculita. Se introduce la mezcla en el hoyo, se cubre con turba negra especial para truficultura, y se tapa finalmente con la tierra extraída al hacer el agujero. Es importante hacer un pequeño montículo en los nidos para que sean fácilmente visualizados a la hora de labrar, evitando de esta forma acercarse de forma accidental al nido y dañarlos.

-Recolección: La recolección se realizará desde inicios del mes de noviembre hasta finales del mes de marzo cuando se termina la campaña. Para poder localizar y extraer la trufa se necesitará de un perro adiestrado propiedad del promotor.

Una vez el perro localiza la trufa rasca la zona exacta donde se encuentra, tras esto el trufero abre el agujero en el terreno marcado por el perro y extrae la trufa con el machete trufero, poniendo especial cuidado en no deteriorar la trufa. Finalmente se vuelve a tapar el agujero con una mezcla de turba y tierra, y se recompensa al perro mediante algún tipo de incentivo motivados como puede ser un pequeño trozo de algún alimento que le guste especialmente al animal.

Esta operación de recolectar trufas se repetirá una vez cada semana o diez días durante el periodo de recolección, ya que acortar el tiempo de recolección solo supondrá la extracción de trufas inmaduras.

## **6. VALLADO DE LA PARCELA**

El cerramiento perimetral de la parcela es necesario para evitar la entrada de animales y de personas ajenas que puedan dañar la plantación, la valla perimetral de la parcela consta de una longitud de 560 m.

La malla a instalar deberá reunir unas características básicas de resistencia y alcanzar una altura mínima sobre el terreno que impida la entrada de animales en la parcela por la parte superior, además, ésta irá enterrada a unos 10 cm de profundidad para evitar el levantamiento por parte de los animales (Placed, 2014).

La sujeción de la malla se realizará con postes tubulares galvanizados y con postes de tensión en las esquinas y en tramos superiores a 100 m para darle una mayor tensión a la malla.

Teniendo en cuenta que la malla irá sujeta a postes de acero galvanizado separados a una distancia aproximada de 3 m entre sí se necesitarán 187 postes premontados intermedios pregalvanizados y 11 postes de tensión.

La puerta de entrada será de 6 m de longitud y se encontrará en el noroeste de la parcela para facilitar la entrada de la maquinaria a la parcela para poder llevar a cabo las labores necesarias de mantenimiento de la plantación.

Los materiales necesarios para la instalación del cerramiento perimetral de la parcela son los siguientes:

- 187 postes de acero galvanizado de 1,80 m de altura, con un diámetro de 4,8 cm y un espesor de chapa de 1,20 mm.
- 11 postes de tensión con dos refuerzos diagonales para proporcionar mayor tensión a la valla.
- 580 m de malla anudada HJ MRT ligera, ésta es una malla progresiva fabricada con alambre galvanizado reforzado de clase A según la norma EN10244-2 de 1,48 m de altura, con 20 alambres horizontales y 15 verticales.
- 1740 m de alambre de espino galvanizado.
- 33 tensores de carraca galvanizados.
- 1386 grampillones galvanizados.
- 33 tornillos bicromatados M5 de 100 mm para unir los tensores a los postes.
- 1 puerta metálica de dos hojas, de 2 m de altura y 3 m cada hoja.

## 7. SISTEMA DE RIEGO

La trufa es un hongo hipogeo que alcanza las mejores producciones cuando recibe tormentas de verano, especialmente en los meses de julio y agosto.

En la siguiente tabla, se indica la pluviometría media de la zona en la que se sitúa la parcela extraída de la estación climática de El Toro y las necesidades hídricas según los estudios realizados sobre el riego necesario en los meses más secos en truficultura (Reyna, 2011).

Tabla 2. Riegos corregidos con la eficiencia del sistema de riego

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total (mm)
Precipitación media (mm)	42,3	44,5	36,4	58,1	45,4	226,7
Requerimiento hídrico (mm)	60	70	50	70	60	310
Déficit hídrico (mm)	-20,82	-30	-16	-11,9	-14	92,72

Los datos aportados hacen referencia a los meses de mayor riesgo de déficit hídrico para la plantación, en el resto de los meses no será necesario realizar ningún aporte hídrico salvo sequías extremas.

El marco de riego vendrá definido por el marco de plantación de 5 x 5, ya que cada planta será regada por un microaspersor. La disposición de los microaspersores será cada 5 metros en la línea de plantación y separado 2,5 metros de los árboles, para lograr una buena uniformidad de riego.

Las características técnicas del microaspersor elegido son las siguientes:

- Microaspersor autocompensante
- Presión de operación y compensación: 2 a 4 bar
- Caudal nominal: 110 l/h
- Diámetro de alcance: 8 m.

La parcela se divide en 3 subunidades de riego con una válvula de corte o maniobra al inicio fácilmente accesible para el propietario.

Serán riegos de apoyo durante los meses más secos del año y se realizarán durante las primeras horas de la mañana o por la tarde cuando las pérdidas por evaporación y el efecto del viento son menores.

Los turnos de riego se realizarán cada 10-15 días siempre variando el momento y el tiempo de riego dependiendo de las precipitaciones.

Para el mes más exigente, se deberán aportar 30 mm/mes en 2 riegos aportando 15 mm por riego.

Por tanto, el tiempo necesario para completar el riego en toda la parcela será de 3,41 h/riego.

Las tuberías empleadas para el sistema de riego presentan las siguientes características:

-Las tuberías laterales: Serán de PE de baja densidad para laterales de microirrigación (Norma UNE 53367, PN4) de Ø 20 mm y 17,4 mm de diámetro interior, para una presión de 4 atm.

-Las tuberías terciarias: Serán de PVC según la norma UNE-EN 1452 con una PN de 6 atm de Ø 63 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 59 mm.

La red principal que une cabezal con nudos de consumo se divide en 3 líneas:

-L4: Dicha línea presenta una longitud de 10 m, se instalará una tubería enterrada de PVC de Ø 125 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 105 mm.

-L5: Dicha línea presenta una longitud de 65 m, se instalará una tubería enterrada de PVC de Ø 110 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 89 mm.

-L6: Dicha línea presenta una longitud de 100 m, se instalará una tubería enterrada de PVC de Ø 63 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 58 mm.

El caudal máximo que circulará por la red principal es de 47200 l/h.

- Punto de abastecimiento de agua de riego: Para el almacenamiento de agua se empleará una cisterna flexible con una capacidad de 150-200  $m^3$ .

Para su instalación no se necesitará de movimiento de tierras, ya que se encuentra pegada a la parcela y se trata de una superficie plana, horizontal y estable.

Se estima una vida útil aproximada de 20 años y no requiere de permisos de construcción para el almacenamiento temporal o a largo plazo. Los líquidos almacenados conservan sus propiedades evitando el crecimiento de algas o bacterias.

-Movimiento de tierras: La realización de las zanjas, de anchura y profundidad adecuadas, serán necesarias porque en ellas irán enterradas las tuberías de la red de transporte y las tuberías terciarias de las subunidades.

La apertura de las zanjas se realizará por medio de una retroexcavadora mixta teniendo estas una anchura de 0,6 m y una profundidad de 0,8 m.

El cabezal de riego estará compuesto por:

-Un equipo de filtrado: formado por un filtro manual fabricado completamente en plástico técnico, resistente a productos químicos usualmente empleados para agricultura.

El diseño hidráulico del filtro minimiza las pérdidas de carga, ahorrando energía y optimizando su rendimiento.

Y se empleará el modelo AZUD AGL malla de acero inoxidable 130 micron 3" u otro de características similares.

-Manómetros: Se incluirán dos manómetros de glicerina, uno aguas abajo del filtro y otro aguas arriba del filtro, con el fin de conocer el diferencial de presión que existe en la entrada y la salida del filtro. Este será el principal indicador para definir cuándo se deben realizar las limpiezas de los cuerpos filtrantes (Lopez, 2020).

-Grupo de bombeo: Según los datos obtenidos en el anejo 9 de "Diseño hidráulico", la altura manométrica será de 30,7 m.c.a y el caudal máximo que puede soportar la bomba será de 47200 l/h.

Con estos datos y las necesidades del sistema de riego dimensionamos la bomba. Se elige una bomba de acoplamiento cerrado de aspiración final monoetapa de Grundfos u otra de características similares. El modelo seleccionado es NB40-200/188 AAF2AESBQQEMW1

- Velocidad de Giro del Motor: 2.915 r.p.m.

- Caudal Nominal: 50,5  $m^3$  /h

- Altura Resultante de la Bomba: 35,08 metros

- Diámetro real del impulsor: 188 mm

- Diámetro nominal del impulsor: 200 mm

- Presión de trabajo máxima: 16 bar
- Potencia Nominal: 7,5 Kw.

-Grupo electrógeno: Debido a la distancia que existe desde la caseta de riego a la línea eléctrica más cercana se ha optado por adquirir un grupo electrógeno estacionario que tenga la suficiente potencia para alimentar el equipo de bombeo. Se opta por un grupo electrógeno de 8,8 KW (11 kVA) u otros con características similares.

-Caseta de riego: La caseta de riego irá situada en la entrada de la parcela. En la que introduciremos todo lo relacionado con el sistema de riego, como la bomba, el filtrado, los manómetros y el cabezal de riego.

De este modo se protegerá de las condiciones climáticas, robos u otros peligros. Se va a instalar una caseta prefabricada de hormigón que irá asentada sobre cuatro zapatas de 0,75 x 0,75 x 0,5 m realizadas en las esquinas y una zanja de hormigón 0,3 x 0,3 que une las mismas. En el interior de esta cimentación irá una capa de piedra machacada de 0,15 cm de espesor y encima de ella otra capa de 0,15 cm de hormigón. Esta última capa servirá de suelo en la caseta de riego.

Esta caseta tiene una superficie útil de 10,6 m<sup>2</sup> y una altura interior de 2,90 m. Las dimensiones exteriores de la caseta son de 4 x 3 x 3 m.

## 8. ESTUDIO ECONÓMICO

### 8.1 VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Se estima una vida útil del proyecto, con un periodo de producción rentable de producción de alrededor de 50 años.

Durante estos 50 años se pueden diferenciar varias etapas diferenciadas con respecto a la producción de trufa en la plantación.

**-Fase improductiva:** esta etapa comprende los 7 primeros años, centrados en el desarrollo y crecimiento de la planta y en el cual no hay ningún tipo de beneficio económico.

**-Fase de entrada en producción:** se estima que se producirá entre el año 8 y el 15, en dicha etapa la plantación comenzará poco a poco a aportar ingresos de forma gradual.

**-Fase de plena producción:** incluye desde el año 16 hasta el año 45. La producción comenzará a estabilizarse en la máxima producción siempre con ciertas variaciones entre años por la dependencia a unas buenas condiciones ambientales.

**-Fase de producción decreciente:** en esta fase comienza, en muchos casos, el declive de los quemados por lo que sus producciones van disminuyendo haciendo que la plantación no

sea rentable, lo que justificaría el arranque de la misma. Se estima que esta situación se dará cerca del año 50, momento en el que se procederá al levantamiento de la plantación.

## 8.2 RENTABILIDAD ECONÓMICA

Para calcular la rentabilidad económica se ha establecido como vida útil de la plantación un periodo de aproximadamente 50 años de producción.

El VAN obtenido tras el estudio económico desarrollado en el anejo 11 es de 466841,02 > 0. Dado que el valor es considerablemente mayor que 0, el proyecto será económicamente rentable.

Se estima que el tiempo aproximado de recuperación del capital invertido se producirá alrededor del año 15 de la plantación.

## 9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL .....	25.985,78
13% Gastos Generales.....	3.378,15
6% Beneficio Industrial.....	1.559,15
PRESUPUESTO .....	30.923,1
21% IVA.....	6.493,85
PRESUPUESTO + IVA .....	37.416,95

# **ANEJOS A LA MEMORIA**

Proyecto de una plantación trufera en la parcela 116  
correspondiente al polígono 44 del término municipal de  
Manzanera (Teruel).

## ÍNDICE DE ANEJOS

Anejo 1: Historia de la trufa

Anejo 2: Estudio Climático

Anejo 3: Estudio Edafológico

Anejo 4: Estudio de las Alternativas

Anejo 5: Material Vegetal

Anejo 6: Vallado

Anejo 7: Establecimiento y labores de la plantación

Anejo 8: Diseño agronómico

Anejo 9: Diseño hidráulico

Anejo 10: Calendario de trabajos

Anejo 11: Estudio económico

Anejo 12: Bibliografía

Anejo 13: Parcela del SIG-PAC

# **ANEJO 1: HISTORIA DE LA TRUFA**

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. Historia de la trufa</b>	<b>1</b>
2.1 La trufa en la Edad Antigua	1
2.2 La trufa en la Edad Media	1
2.3 El Renacimiento	2
2.4 Siglos XIX y XX	2
<b>3. La historia de la trufa en España</b>	<b>2</b>
<b>4. Distribución de la trufa negra en España</b>	<b>3</b>
<b>5. Perspectiva de futuro de la trufa en España</b>	<b>3</b>

## ÍNDICE FIGURAS

1. Mapa de producción de trufa en España

## **1. INTRODUCCIÓN**

La trufa por antonomasia es la trufa negra. Es un hongo comestible hipogeo, con un alto valor culinario por sus aromas y los sabores intensos que otorga a las comidas.

A parte de su alto valor para la cocina también a lo largo de su historia se le han atribuido poderes mágicos y afrodisíacos.

A la trufa siempre le ha acompañado cierto misterio y secretismo debido principalmente a :

- La variedad de cuidados que requiere la plantación y sus extrañas técnicas de recolección mediante perro, cerdo o moscas.
- La aparente desconexión del substrato donde se recolecta y con las especies de árboles a los que se asocia.
- La escasa información que se otorgaba por parte de los truficultores para evitar una elevada competencia por el producto.
- Su mercado poco transparente y tan variable dependiendo de las circunstancias anuales y el secretismo sobre la producción y sus precios (Reyna, 2011).

## **2. Historia de la trufa**

### **2.1 La trufa en la Edad Antigua**

El origen y conocimiento documentado de la trufa negra se remonta a la Edad Antigua. Los faraones egipcios hacia el 1500 AC, incluían la trufa en sus platos y la consideraban un alimento preciado. Los babilonios preparaban recetas como el faisán trufado y los griegos y los romanos utilizaron la trufa de manera regular en sus cocinas. La trufa negra se hizo tan deseable que se crearon leyendas sobre su origen divino y sus altas cualidades. De hecho, los romanos le atribuyeron poderes afrodisíacos y fue Cicerón quien denominó a las trufas “hijas de los dioses” o “milagro de la naturaleza” (Fruits de la terra, 2019).

### **2.2 La trufa en la Edad Media**

El aprecio que se le tiene a la trufa en la Edad Antigua sufre un cambio radical durante toda esta etapa. Se comenzó a atribuir relaciones demoníacas, ya que su aroma se podía asemejar al olor del azufre.

También la aparición del quemado, que provocaba la desaparición de la vegetación próxima al árbol la relacionaban con algo misterioso y peculiar (Reyna, 2011).

## **2.3 El Renacimiento**

Tras la oscuridad que giraba alrededor de la figura de la trufa en la Edad Media, la trufa resurge con una gran intensidad en el Renacimiento italiano donde, parece ser, que su uso y aprecio se introduce en Francia. Se apunta que la trufa se extendió en Francia gracias al rey Francisco I el cual se aficionó durante sus campañas en Italia donde mantuvo contacto con mucha gente del Renacimiento (Reyna, 2011).

## **2.4 Siglos XIX y XX**

En el siglo XIX la aparición de plagas en la Ribera francesa supuso un gran problema, lo que dio lugar a una plantación masiva de robles por parte de los campesinos franceses que daría como fruto la germinación de trufa y un aumento de la cantidad y de la demanda.

A mediados del siglo XX la guerra provocó que un alimento como la trufa de poca demanda para la supervivencia y con un alto coste de extracción no fuera recolectado.

En los últimos años del siglo XX recuperó importancia por la búsqueda de nuevos procesos, elaboraciones, texturas y sabores (Martínez, 2020).

## **3. La historia de la trufa en España**

La historia reciente de la trufa en España comienza en los años 40 y 50 en plena posguerra, pero los avances estuvieron muy ralentizados desde principios de siglo hasta los años 60 (Reyna, 2011).

Las primeras plantaciones en España aparecen en el año 1968 mediante la importación de plantas desde Francia, y fue en los años 80 cuando aparecieron las primeras empresas que producían y comercializaban su propia planta.

De las 150 toneladas que se recogen en todo el planeta, más de 80 se recolectan en la comunidad aragonesa, por lo que este territorio es el mayor productor y exportador de trufa negra del mundo. Las 10.000 hectáreas plantadas en esta región suponen casi una quinta parte de las hectáreas de cultivo de este hongo. De toda la trufa recolectada en Aragón, prácticamente el 90% de la producción se exporta a Francia.

La plantación AROTZ-CATESA, realizada en Soria entre los años 70 y 80, constituye la mayor explotación trufera del mundo. Se trata de una finca de 600 ha situada en el término municipal de Villaciervos, está dedicada exclusivamente a la producción de trufas y de planta micorrizada (Reyna, De Miguel, Hernandez, 2011).

## 4. Distribución de la trufa negra en España

España es la principal productora a nivel mundial y la mayor concentración se da desde el Mediterráneo hacia el interior de la Península en una estrecha franja que comprende sobre todo las provincias de Huesca, Teruel, Castellón, Soria, Burgos, La Rioja, Álava, Navarra, Lérida, Barcelona, Cuenca, Albacete, Jaén y Granada, Gerona, Guadalajara Tarragona y Valencia (Trufbox, 2017).



Figura 1. Mapa de producción de trufa en España

La provincia de Teruel presenta en la actualidad casi 10.000 ha plantadas de trufa negra, abarca un total de 159 municipios, que se corresponde con el 67% de la superficie total de las plantaciones que hay en la provincia de Teruel, y que principalmente se concentra en la comarca de Gúdar-Javalambre.

De las 10.000 ha el 91% son cultivos de secano, y el 9% restante (812 hectáreas) de regadío, las cuales ya son productivas casi en su totalidad (Aguilar, 2021).

Pese a que la cifra de carrascas de regadío es pequeña con respecto al total, Teruel es la provincia que más fincas tiene y esa es la clave para ser la principal potencia mundial en producción de *Tuber melanosporum*.

## 5. Perspectiva de futuro de la trufa en España

Desde el punto de vista de la truficultura a partir de las plantaciones, la potencialidad española es muy elevada, dada la gran superficie con suelos calizos y de la elevada presencia de áreas climáticamente adecuadas. La actividad real de las plantaciones va en aumento y en la actualidad se planta al menos un total de 50.000 plantas anuales, que en la actualidad ha ido aumentando por encima de las 200.000 plantas.

El principal problema es el riesgo de expansión de trufas de origen asiático. En los mercados se han intentado mezclar las trufas asiáticas con las europeas, elevando así el riesgo de introducir una especie exótica de carácter muy invasivo y de un valor muy inferior al de la trufa negra (Reyna, 2011).

Las principales ventajas de la truficultura española se resumen en:

- Suelos pobres en otras micorrizas y de buena calidad para la trufa.
- Planta producida por los viveristas de buena calidad.
- Tenemos un clima que favorece el adecuado desarrollo del cultivo.
- La alternativa agrícola en las áreas plantadas es prácticamente inexistente.
- Tenemos una gran diversidad de ayudas de las administraciones

# **ANEJO 2: ESTUDIO CLIMATOLÓGICO**

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. ELECCIÓN DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA</b>	<b>1</b>
<b>3. TEMPERATURAS</b>	<b>1</b>
3.1 TEMPERATURAS INVERNALES	3
3.1.1 Régimen de heladas	3
3.2 TEMPERATURAS ESTIVALES	3
3.2.1 Temperaturas estivales bajas	3
3.2.2 Temperaturas estivales altas	3
<b>4. PRECIPITACIONES</b>	<b>4</b>
<b>5. HUMEDAD RELATIVA</b>	<b>6</b>
<b>6. DETERMINACIÓN DE LOS MESES SECOS: DIAGRAMA OMBROTÉRMICO.</b>	<b>7</b>
<b>7. VIENTO</b>	<b>7</b>
<b>8. ÍNDICES CLIMÁTICOS</b>	<b>9</b>
8.1 ÍNDICE DE MARTONNE	9
8.2 ÍNDICE DE KNOCHE	10
8.3 ÍNDICE DE DANTÍN-REVENGA	11
8.4 ÍNDICE DE LANG	11
8.5 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO DE BLAIR	12
8.6 ÍNDICE DE EMBERGER	12
<b>9. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA</b>	<b>13</b>
9.1 CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE UNESCO-FAO	13
9.1.1 Temperatura	13
9.1.2 Aridez	14
9.1.3 Índice xerotérmico	14

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Datos climáticos
- Tabla 2. Régimen de heladas
- Tabla 3. Temperaturas estivales bajas
- Tabla 4. Temperaturas estivales altas
- Tabla 5. Precipitaciones mensuales, nº de días de lluvia y nieve mensuales
- Tabla 6. Humedad relativa media mensual
- Tabla 7. Viento y ráfaga máxima media mensual
- Tabla 8. Clasificación según el índice de Martonne
- Tabla 9. Clasificación según el índice de Knoche
- Tabla 10. Clasificación según el índice de Dantín-Revenga
- Tabla 11. Clasificación según el índice de Lang
- Tabla 12. Clasificación según el índice pluviométrico de Blair
- Tabla 13. Clasificación según el índice de Emberger
- Tabla 14. Clasificación de las temperaturas medias mensuales según UNESCO-FAO
- Tabla 15. Clase de invierno definido por UNESCO-FAO
- Tabla 16. Clasificación de la aridez según UNESCO-FAO
- Tabla 17. Coeficiente de sequía en relación con el % de humedad relativa

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Representación de las distintas temperaturas mensuales
- Figura 2. Precipitación media mensual en El Toro
- Figura 3. Humedad relativa media mensual en El Toro
- Figura 4. Diagrama ombrotérmico de El Toro a 2 Km de la parcela y a una altitud similar
- Figura 5. Distribución de siniestros agrícolas año 2012 por riesgos en Aragón
- Figura 6. Rosa de los vientos para Teruel
- Figura 7. Tipo de clima según UNESCO-FAO

## 1. INTRODUCCIÓN

El clima, es uno de los principales factores condicionantes a la hora de realizar una plantación, por ello en este anejo se realiza un estudio completo de la climatología.

Para evaluar la incidencia de este factor en la viabilidad del proyecto, se realiza un estudio climático basándose en los datos meteorológicos extraídos de la estación climática de El Toro, zona más próxima a la parcela, complementandolos con los datos extraídos de la estación meteorológica de Teruel.

Un clima propicio para el desarrollo del *Tuber melanosporum* presentaría una estacionalidad marcada con veranos cálidos e inviernos fríos, con una pluviometría anual de 600 a 900 mm al año, abundantes lluvias en primavera hasta el mes de junio y veranos con periodos cortos de sequía de no más de 25 días y precipitaciones de entorno a 150 mm en los meses de junio, julio y agosto.

## 2. ELECCIÓN DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA

La estación climática seleccionada para tomar las medidas más precisas de nuestra parcela es la situada en el Toro, pues ésta es la más cercana a la zona. Debido a la escasez de datos de la estación climática se hace necesario acudir a una estación más completa, para obtener algunos datos significativos acerca del nº de días de niebla y del número de heladas, en este caso se ha optado por la estación climática de Teruel, por su complejidad y su similitud con nuestra estación principal. Los datos de situación de las estaciones se recogen a continuación:

Estación climática: El Toro  
Posición geográfica: 39° 58' 53.92" N, 00° 44' 45.52" W  
Altitud: 1000 msnm

Estación climática: Teruel  
Posición geográfica: 40° 20' 38" N, 1° 6' 33" O  
Altitud: 915 msnm

## 3. TEMPERATURAS

A continuación se presenta un cuadro resumen de las temperaturas correspondientes al período 2016-2021 extraído de la estación del Toro de la Avamet.

Tabla 1. Datos climáticos (Fuente: Avamet)

Mes	$T_{\min,a}$ (°C)	$T_{\min,ma}$ (°C)	$T_{\min,m}$ (°C)	$T_m$ (°C)	$T_{\max,m}$ (°C)	$T_{\max,ma}$ (°C)	$T_{\max,a}$ (°C)
Enero	-14,8	-7,3	0	4,9	10,4	17,7	20,8
Febrero	-8,5	-5,4	0,9	6,3	12,3	18,9	21,8
Marzo	-4,7	-2,8	2,4	7,6	13,4	22,9	24,4
Abril	-1,9	-1	4,5	9,5	14,9	22,4	25,7
Mayo	-1,3	1,7	6,9	13,5	19,7	25,9	27,7
Junio	0,4	6,1	11,2	17,6	24,3	31,1	34,5
Julio	8,3	9,8	13,7	20,8	28,1	34,4	35,5
Agosto	6,4	9,7	14,1	20,4	27,6	34,8	39,2
Septiembre	3,1	6,2	11,3	16,9	23,2	29,4	34,3
Octubre	-2	1	7,1	13,9	19,4	26,3	28,8
Noviembre	-6,9	-3,3	3,1	7,7	12,9	20,4	24,1
Diciembre	-6,9	-4,6	1,1	6,1	12	19,1	22,2
Anual	-2,4	0,84	6,35	12,1	18,2	25,3	28,25

Donde:

- $T_{\min,ma}$ : Temperatura media de mínimas absolutas (°C)
- $T_{\min,a}$ : Temperatura mínima absoluta (°C)
- $T_{\min,m}$ : Temperatura media de mínimas (°C)
- $T_m$ : Temperatura media (°C)
- $T_{\max,m}$ : Temperatura media de máximas (°C)
- $T_{\max,ma}$ : Temperatura media de máximas absolutas (°C)
- $T_{\max,a}$ : Temperatura máxima absoluta (°C)

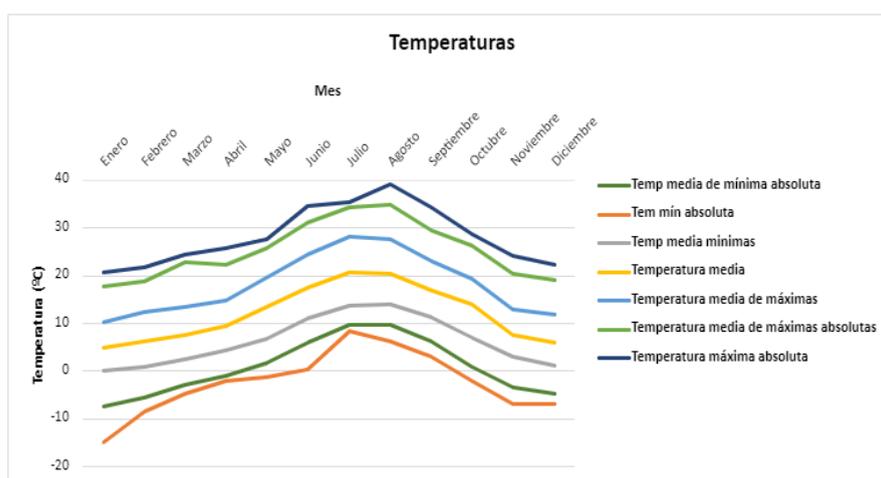


Figura 1. Representación de las distintas temperaturas mensuales

Una vez realizada la tabla con los datos extraídos del Avamet del año 2016 hasta el 2021, se puede apreciar que:

- La temperatura media anual es de 12,1°C.

- La temperatura mínima absoluta del mes más frío (Enero) = -14,8 °C.
- La temperatura máxima absoluta para el mes más cálido (Agosto) = 39,2°C

### 3.1 TEMPERATURAS INVERNALES

#### 3.1.1 Régimen de heladas

El nº de heladas ha sido extraído de la estación climática de Teruel, correspondiente al estudio de los últimos 30 años.

Tabla 2. Régimen de heladas

Mes	T <sub>min.a</sub> (°C)	nº heladas
Enero	-14,8	15,9
Febrero	-8,5	14,3
Marzo	-4,7	11
Abril	-1,9	6,4
Mayo	-1,3	1,8
Junio	0,4	0,1
Julio	8,3	0
Agosto	6,4	0
Septiembre	3,1	0,1
Octubre	-2	1,3
Noviembre	-6,9	7,5
Diciembre	-6,9	13,9
Anual	-2,4	72,3

### 3.2 TEMPERATURAS ESTIVALES

Las temperaturas estivales son las que se producen desde finales de primavera hasta principios de otoño, se corresponden con los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

#### 3.2.1 Temperaturas estivales bajas

Por tanto, tomando los datos de la tabla de datos climáticos vemos que las temperaturas mínimas estivales son:

Tabla 3. Temperaturas estivales bajas

mes	T <sub>min.a</sub> (°C)
Junio	0,4
Julio	8,3
Agosto	6,4
Septiembre	3,1

#### 3.2.2 Temperaturas estivales altas

Las temperaturas estivales altas son aquellas que sobrepasan los 30°C en ambientes secos y de alta insolación.

Por tanto las temperaturas máximas estivales en la zona de estudio, son las siguientes:

Tabla 4. Temperaturas estivales altas

Mes	T <sub>max.a</sub> (°C)
Junio	34,5
Julio	35,5
Agosto	39,2
Septiembre	34,3

## 4. PRECIPITACIONES

Para el estudio de la precipitación mínima, media y máxima mensual se ha realizado la siguiente tabla que abarca los datos desde 2016 hasta 2021 de El Toro, mientras que para el cálculo del nº de días de lluvia y el nº de días de nieve se han extraído los datos históricos de los últimos 30 años de la estación climática de Teruel.

Tabla 5. Precipitaciones mensuales y nº de días de lluvia y nieve mensuales

Mes	Precipitación mínima mensual (mm)	Precipitación media mensual (mm)	Precipitación máxima mensual (mm)	Nº días de lluvia	Nº días de nieve
Enero	1,2	45,4	141,8	11,3	2,7
Febrero	0,2	18,8	38,9	9,7	2,4
Marzo	20,3	104,2	219,1	10,6	1,8
Abril	5,4	75,4	157,1	13,6	0,9
Mayo	21,8	42,3	77,3	15,3	0,4
Junio	6,3	44,5	93,3	12,7	0
Julio	1,8	36,4	121,3	8,3	0
Agosto	5,8	58,1	143,2	9,9	0
Septiembre	6,1	45,4	85,7	10,5	0
Octubre	5,6	49,9	214,6	11	0,1
Noviembre	6,7	96	204,1	11,1	1,1
Diciembre	0	30,8	96,7	11,5	2
Anual	81,1	647,1	1593,1	135,5	11,4

También es importante conocer los meses con mayor y menor precipitación anuales. Por tanto el resumen anual de precipitaciones máximas y mínimas es el siguiente:

-2015: El mes con mayor precipitación fue marzo (213,4 mm) y el mes con menor precipitación fue diciembre (0 mm).

-2016: El mes con mayor precipitación fue noviembre (156,7 mm) y el mes con menor precipitación fue enero (1,2 mm).

-2017: El mes con mayor precipitación fue enero (98,2 mm) y el mes con menor precipitación fue julio (1,8 mm).

-2018: El mes con mayor precipitación fue octubre (214,6 mm) y el mes con menor precipitación fue diciembre (7 mm).

-2019: El mes con mayor precipitación fue abril (157,1 mm) y el mes con menor precipitación fue enero (1,2 mm).

-2020: El mes con mayor precipitación fue noviembre (204,1 mm) y el mes con menor precipitación fue febrero (0,2 mm).

-2021: El mes con mayor precipitación fue abril (114,1 mm) y el mes con menor precipitación fue diciembre (3,2 mm).

Siendo 2020 el año con más precipitaciones con 790 mm y 2017 el año con menos precipitaciones con 390,5 mm anuales. Y siendo el 19 de octubre de 2018 y 27 de noviembre de 2020 los días de mayor precipitación con 84 mm.

En cuanto al número de días con precipitación anuales se ha extraído:

-Días con precipitación > 0 mm: 96 días de media, siendo 2021 el de mayor cantidad de días (123 días) y 2017 el de menor cantidad de días (61 días).

-Días con precipitación > 0,2 mm: 79 días de media, siendo 2018 el de mayor cantidad de días (106 días) y 2019 el de menor cantidad de días (55 días).

-Días con precipitación > 2 mm: 44 días de media, siendo 2018 el de mayor cantidad de días (56 días) y 2017 el de menor cantidad de días (35 días).

-Días con precipitación > 20 mm: 8 días de media, siendo 2020 y 2018 los de mayor cantidad de días (10 días) y 2017 y 2021 los de menor cantidad de días (6 días).

Asimismo en la siguiente gráfica se puede observar la evolución de las precipitaciones medias mensuales:

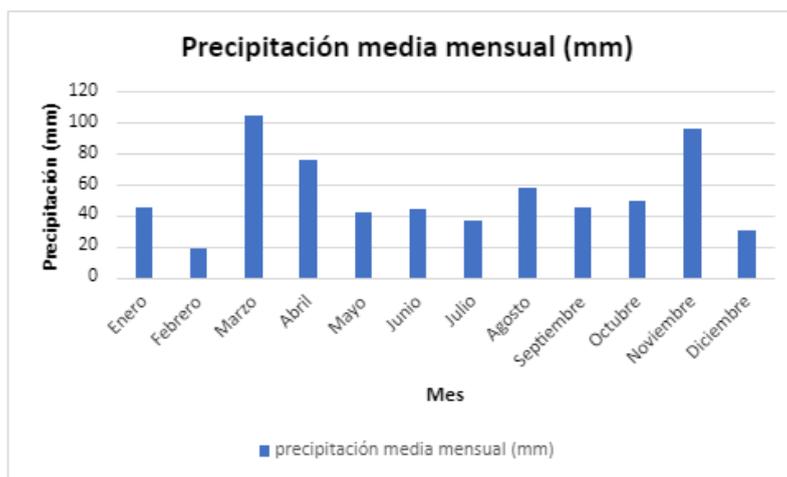


Figura 2. Precipitación media mensual en El Toro

## 5. HUMEDAD RELATIVA

Con los datos de humedad relativa extraídos de la Avamet se ha realizado la siguiente tabla:

Tabla 6. Humedad relativa media mensual

Mes	Humedad relativa mínima media (%)	Humedad relativa media (%)	Humedad relativa máxima media (%)
Enero	29,3	59,8	90,5
Febrero	35,7	59	83,7
Marzo	32,3	58	92
Abril	42,3	67,5	95,8
Mayo	37,5	62,7	88,2
Junio	38,2	60,7	84,8
Julio	36,8	57,8	81,7
Agosto	37,3	63,5	88,3
Septiembre	41,8	69,3	90
Octubre	43,5	67,3	93,2
Noviembre	38,8	65,2	92,2
Diciembre	31,3	62,5	84,7
Anual	-	62,8	-

Por tanto vemos que la humedad relativa media anual es de 62,8%, siendo marzo el mes que presenta una menor humedad relativa con un 58% y el mes de septiembre el de mayor % de humedad relativa con un 69,3%.

En la siguiente gráfica se puede observar la evolución de la humedad relativa media mensual (%).

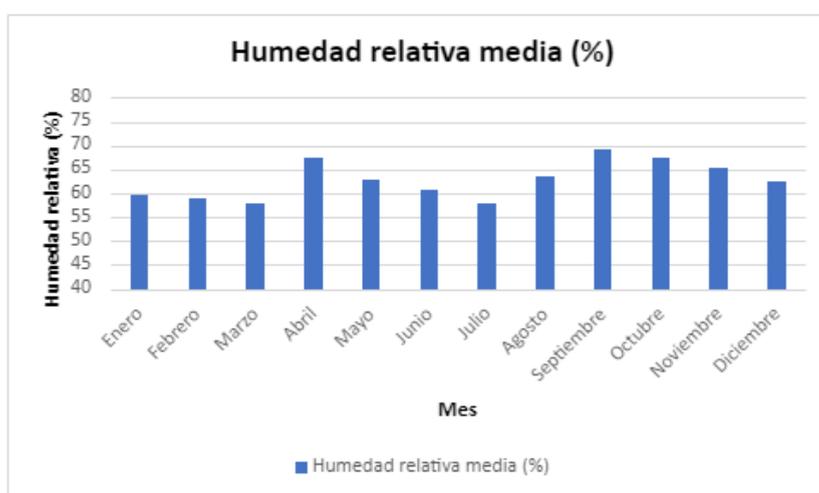


Figura 3. Humedad relativa media mensual en El Toro

## 6. DETERMINACIÓN DE LOS MESES SECOS: DIAGRAMA OMBROTÉRMICO.

Los meses se consideran secos cuando la precipitación (P) es igual o inferior al doble de la temperatura media (T), es decir,  $P < 2T$ .

Para ello con los datos obtenidos en las tablas anteriores de temperaturas y precipitaciones se lleva a cabo el diagrama ombrotérmico, el cual nos permite obtener los periodos de sequía.

Cuando la curva de precipitaciones pasa por debajo de la curva de temperaturas media, aparecerá una región que marcará la duración y la magnitud del período de sequía.

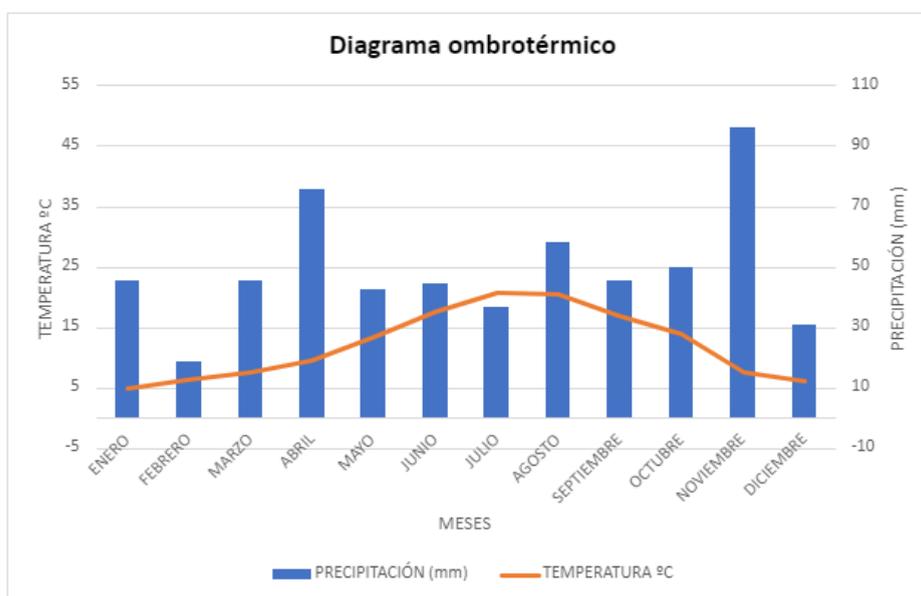


Figura 4. Diagrama ombrotérmico de El Toro situado a 2 Km de la parcela

Como se puede apreciar en el gráfico mediante los datos de temperaturas y precipitaciones media mensuales, el periodo seco se produce únicamente en el mes de julio.

## 7. VIENTO

El viento actúa como un factor desecante favoreciendo la evaporación del agua y aumentando la aridez. Según datos de Agroseguro 2015b, durante el año 2012 en Aragón el daño del cultivo de trufas a causa de vientos supone el 1% de los daños totales ( Gil, 2015).

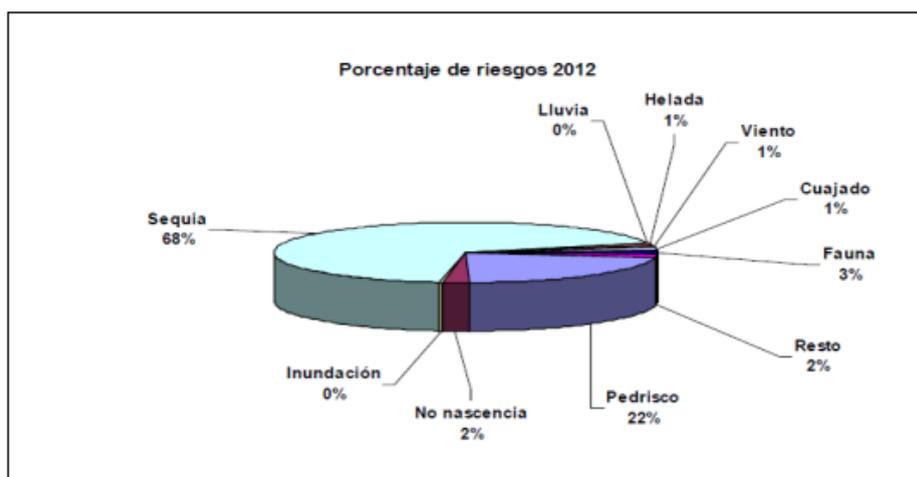


Figura 5. Distribución de siniestros agrícolas año 2012 por riesgos en Aragón, (Agroseguro 2015b).

Un exceso continuado de viento puede conllevar la rotura de ramas y deformaciones de la copa del árbol, desecación del terreno y en vientos superiores a los 10 km/h impide el vuelo de los insectos.

Por tanto el viento es un factor limitante para la plantación trufera cuando alcanza de forma continuada los 20 km/h.

Tabla 7. Viento y ráfaga máxima media mensual

Mes	Viento medio (km/h)	Ráfaga máxima media (km/h)
Enero	15,1	96,6
Febrero	14,2	90,1
Marzo	14,7	80,8
Abril	12,5	73,7
Mayo	12,3	68,5
Junio	11,7	62,7
Julio	12,2	69,8
Agosto	11,1	65,5
Septiembre	10,2	61,5
Octubre	10	66,3
Noviembre	13,1	87,8
Diciembre	13,8	90,1

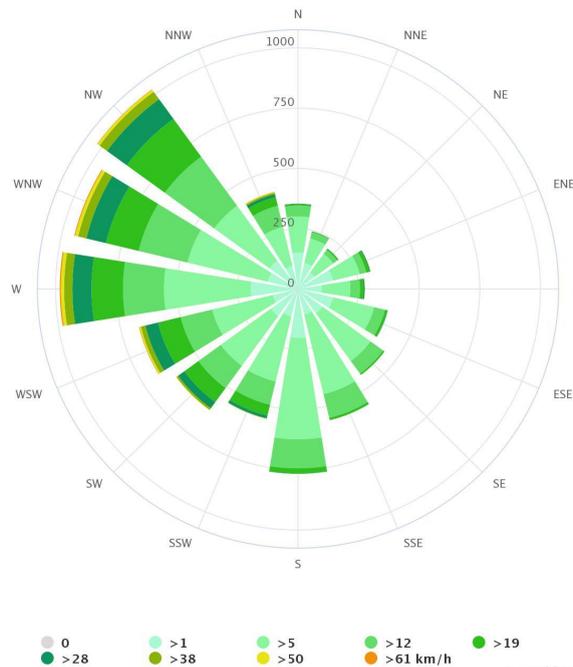


Figura 6. Rosa de los vientos para Teruel (Meteoblue, 2022)

La Rosa de los Vientos para Teruel muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada, se puede apreciar que los vientos dominantes de la zona son los de componente oeste y noroeste. (Meteoblue, 2022).

## 8. ÍNDICES CLIMÁTICOS

Para definir el clima de la zona de estudio, se utilizan unos índices termopluviométricos.

Para el cálculo de dichos índices se han empleado los datos extraídos en los apartados anteriores.

Los índices estudiados son los siguientes:

- Índice de Martonne
- Índice de Knoche
- Índice de Dantin-Revengea
- Índice de Lang
- Índice de Blair
- Índice de Emberger

### 8.1 ÍNDICE DE MARTONNE

El índice de aridez de Martonne se trata de un índice termopluviométrico y, por lo tanto, tiene en cuenta valores de temperatura y precipitaciones. Su expresión es la siguiente:

$$I = \frac{P}{T+10}$$

Donde:

-P = precipitación media anual (mm)

-T = Temperatura media anual (°C)

$$I = \frac{647,1}{12,1+10} = 29,28$$

Tabla 8. Clasificación según el índice de Martonne

Índice de Martonne	Clasificación
0-5	Desértico
5-15	Árido
15-20	Semiárido (Mediterráneo)
20-30	Región de olivos y cereales
30-60	Húmedo
>60	Muy húmedo con exceso de agua

El valor obtenido se corresponde con una zona de olivos y cereales según Martonne.

## 8.2 ÍNDICE DE KNOCHE

Este índice termopluviométrico introduce un nuevo parámetro que considera el número medio de días de lluvia al año. Su expresión es la siguiente:

$$Ik = \frac{n \times P}{100 \times (T+10)}$$

Donde:

-P = precipitación media anual (mm)

-T = Temperatura media anual (°C)

-n = número medio de días de lluvia al año

$$Ik = \frac{135,5 \times 647,1}{100 \times (12,1+10)} = 39,67$$

Tabla 9. Clasificación según el índice de Knoche

Índice de Knoche	Aridez
<25	Extrema
25-50	Severa
50-75	Normal
75-100	Moderada
>100	Pequeña

Según el índice de Knoche la aridez en nuestra zona es severa.

### 8.3 ÍNDICE DE DANTÍN-REVENGA

Se trata de otro de los índices basados en los valores medios de la precipitación y la temperatura. Su expresión es la siguiente:

$$IDR = \frac{100 \times T}{P}$$

Donde:

-P = precipitación media anual (mm)

-T = Temperatura media anual (°C)

$$IDR = \frac{100 \times 12,1}{647,1} = 1,87$$

Tabla 10. Clasificación según el índice de Dantín-Revenga

Índice de Dantín-Revenga	Clasificación
0-2	Húmedo
2-4	Semiárido
4-6	Árido
>6	Subdesértico

Por tanto, según el índice de Dantín-Revenga nuestra zona presenta un clima húmedo.

### 8.4 ÍNDICE DE LANG

El índice de Lang se define como el cociente entre la lluvia anual y la temperatura media anual:

$$Il = \frac{P}{T}$$

Donde:

-P = precipitación media anual (mm)

-T = Temperatura media anual (°C)

$$Il = \frac{647,1}{12,1} = 53,48$$

Tabla 11. Clasificación según el índice de Lang

Índice de Lang	Clasificación
0-20	Desértico
20-40	Árido
40-60	Zona húmeda de estepa y sabana
60-100	Zona húmeda de bosques claros
100-160	Zona húmeda de bosques densos
>160	Zona muy húmeda de prados y tundras

Por tanto, el valor obtenido corresponde con una zona húmeda de estepa y sabana.

## 8.5 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO DE BLAIR

La clasificación pluviométrica de Blair clasifica los climas en función de la precipitación media anual.

Tabla 12. Clasificación según el índice pluviométrico de Blair

Precipitación (mm)	Clasificación
0-250	Árido
250-350	Semiárido
350-1000	Subhúmedos
1000-2000	húmedos
>2000	Muy húmedos

La precipitación media anual en nuestra ubicación es de 647,1 mm al año por lo que según el índice de Blair nuestra zona presenta un clima subhúmedo.

## 8.6 ÍNDICE DE EMBERGER

El índice de Emberger relaciona las precipitaciones anuales con las temperaturas extremas del mes más cálido y del mes más frío. El índice de Emberger se calcula mediante la expresión:

$$Q = \frac{100 \times P}{T_{mm}^2 + t_{mm}^2} \quad (\text{Rivas Martinez, 2005})$$

Donde:

- P = precipitación media anual (mm)
- T<sub>mm</sub> = temperaturas extremas del mes más cálido (°C) - (julio)
- t<sub>mm</sub> = temperaturas extremas del mes más frío (°C) - (enero)

$$Q = \frac{100 \times 647,1}{28,1^2 + (0)^2} = 81,95$$

Tabla 13. Clasificación según el índice de Emberger

Q	Clima
0-30	Árido
30-50	Semiárido
50-90	Subhúmedo
90-200	Húmedo
>200	Perhúmedo

Por tanto, según el índice de Emberger nuestra parcela se encuentra en un clima subhúmedo.

## 9. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Existen varias clasificaciones para determinar el clima de la zona donde se pretende hacer la plantación.

La clasificación seleccionada para el estudio del clima en nuestra zona será la clasificación bioclimática de UNESCO-FAO.

### 9.1 CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE UNESCO-FAO

Para realizar la clasificación se necesitarán los datos de temperatura, aridez e índice xerotérmico.

#### 9.1.1 Temperatura

Para la clasificación de la zona se debe realizar una clasificación de las temperaturas medias mensuales definida por tres grupos, representados en la siguiente tabla:

Tabla 14. Clasificación de las temperaturas medias mensuales según UNESCO-FAO

Clase	Condición
Grupo 1	$T_m > 0^\circ$
Cálido	$T_m \geq 15^\circ$
Templado-cálido	$15^\circ \geq T_m \geq 10^\circ$
Templado	$10^\circ > T_m > 0^\circ$
Grupo 2	$0^\circ \geq T_m$
Templado-frío	$0^\circ > T_m \geq 5^\circ$
Frío	$-5^\circ > T_m$
Grupo 3	$0^\circ > T_m$
Glacial (todos los meses del año presenta $t_m$ negativa)	$0^\circ > T_m$

Por tanto, el terreno se encuentra en el grupo 1 que pertenece a un clima templado ( $10^\circ > T_m > 0^\circ$ ) siendo la temperatura media en el mes de enero de  $4,9^\circ$ .

Esta clasificación también nos permite saber la estación más fría (invierno), necesitando para ello la media de mínimas del mes más frío y los umbrales definidos por UNESCO-FAO, según los valores establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 15. Clase de invierno definido por UNESCO-FAO

Clase de invierno	Condición
Sin invierno	$tmm \geq 11^{\circ}$
Cálido	$11^{\circ} > tmm \geq 3^{\circ}$
Suave	$7^{\circ} > tmm \geq 3^{\circ}$
Moderado	$3^{\circ} > tmm \geq -1^{\circ}$
Frío	$-1^{\circ} > tmm \geq -5^{\circ}$
Muy frío	$-5^{\circ} > tmm$

Así pues, el invierno en la zona es moderado, debido a que la media de mínimas del mes más frío (enero) es de 0 °C.

### 9.1.2 Aridez

La clasificación de la aridez se lleva a cabo en función de las etapas de sequía que ocurren en la zona, según los valores establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 16. Clasificación de la aridez según UNESCO-FAO

Tipo de clima	Condición
Desértico cálido	Periodo seco superior a 11 meses
Subdesértico cálido	Periodo seco de 9 a 11 meses
Mediterráneo	Periodo seco de 1 a 8 meses (días más largos)
Tropical	Periodo seco de 1 a 8 meses (días más cortos)
Bixérico	Dos periodos secos sumando en total de 1 a 8 meses
Axérico	Ningún periodo seco

En base al diagrama ombrotérmico realizado con anterioridad, se determina que la zona tiene un periodo seco de 1 mes (julio), por lo que el clima es monoxérico mediterráneo.

### 9.1.3 Índice xerotérmico

El índice xerotérmico nos indica la intensidad de la sequía, ya que todos los meses secos no son igual de secos. Se define el índice xerotérmico anual como la suma de los índices xerotérmicos mensuales para aquellos meses en los cuales la precipitación media (mm) es menor o igual a dos veces su temperatura media (°C).

El índice xerotérmico mensual se define como:

$$X_m = [N - (n + b/2)] \cdot K$$

Donde:

-N = N° de días del mes.

-n = N° de días de lluvia.

-b = N° de días de niebla + N° de días de rocío.

-K = Coeficiente de sequía en función de la humedad relativa del mes (H)

Para saber el coeficiente de sequía se sigue la siguiente tabla en relación con el % de humedad relativa

Tabla 17. Coeficiente de sequía en relación con el % de humedad relativa

% Humedad relativa	k = coeficiente de sequía
H < 40	1
40 ≤ H < 60	0,9
60 ≤ H < 80	0,8
80 ≤ H < 90	0,7
90 ≤ H < 100	0,6
H = 100	0,5

Como la humedad relativa media anual es de 62,8 %, k = 0,8

El índice xerotérmico para un período seco (IPX) es la suma de los índices mensuales correspondientes a la duración del período seco. Se obtienen a partir del diagrama ombrotérmico sumando los índices xerotérmicos de los meses completos que alcance el período de aridez y de la parte proporcional de los meses primero y último de aridez, estimada gráficamente sobre el diagrama ombrotérmico.

$$X_m = [31 - (8,3 + 0/2)] \cdot 0,8 = 18,16$$

El índice xerotérmico obtenido es de 18,16 por lo que estamos ante un clima templado monoxérico submediterráneo.

Tipo climático según la temperatura	Tipo climático según la aridez	Valor del índice xerotérmico anual $IP_x = X$	Clasificación
Grupo 1.º: CALIDO, TEMPLADO- CALIDO y TEMPLADO	MONOXERICO	150 < X ≤ 200	Xeromediterráneo
		125 < X ≤ 150	Termomediterráneo acentuado
		100 < X ≤ 125	» atenuado
		75 < X ≤ 100	Mesomediterráneo acentuado
		40 < X ≤ 75	» atenuado
	0 < X ≤ 40	Submediterráneo	
	AXERICO	X = 0	Templado con período subseco (2T < P ≤ 3T)
			Templado cálido (10 < T ≤ 15 °C)
	BIXERICO	150 < X ≤ 200	Bixérico templado acentuado
		100 < X ≤ 150	» » medio
40 < X ≤ 100		» » atenuado	
0 < X ≤ 40		» » de transición	
Grupo 2.º: TEMPLADO- FRIO y FRIO	Meses de sequía más heladas:		
	11 a 12	—	Desértico frío
	9 a 10	—	Subdesértico frío
	5 a 8	—	Estepario frío
	2 a 4	—	Subaxérico frío
1	—	Axérico frío	
Grupo 3.º: GLACIAL	—	—	Glacial

Figura 7. Tipo de clima según UNESCO-FAO

# **ANEJO 3: ESTUDIO EDAFOLÓGICO**

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. PARÁMETROS EDÁFICOS RECOMENDABLES PARA LA TRUFICULTURA</b>	<b>1</b>
2.1 pH	1
2.2 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y SALINIDAD	1
2.3 CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA	2
2.4 CALIZA ACTIVA	2
2.5 TEXTURA	2
<b>3. ANÁLISIS DEL SUELO</b>	<b>3</b>
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>5</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clases de pH

Tabla 2. Valores aproximados y afecciones de la salinidad en cultivos

Tabla 3. Valores obtenidos en el laboratorio

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clases texturales

Figura 2. Clase textural obtenida

## 1. INTRODUCCIÓN

Las características del suelo son junto al clima uno de los principales factores limitantes a la hora de realizar una plantación trufera.

Por tanto, antes de comenzar con la plantación hay que confirmar que el terreno es adecuado para el correcto crecimiento y desarrollo de la trufa negra.

Para poder llevar a cabo el análisis pertinente en el laboratorio, se han tomado 4 muestras en diagonal de la parcela a 40 cm de profundidad, debido a la homogeneidad de la parcela. Se estudiarán todos los factores que puedan influir en el desarrollo futuro de la repoblación y del cultivo de la trufa, estos son los siguientes: pH, conductividad, caliza activa, materia orgánica y textura.

## 2. PARÁMETROS EDÁFICOS RECOMENDABLES PARA LA TRUFICULTURA

### 2.1 pH

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad del suelo. Para el cultivo de la trufa, se necesita de suelos básicos con pH comprendido entre 7,5 y 8,5 (Franco et al, 2018).

Tabla 1. Clases de pH

pH	Clase
<3,4	Extremadamente ácido
3,5-5,5	Muy ácido
5,6-6,5	Moderadamente ácido
6,6-7,3	Neutro
7,4-8,4	Moderadamente alcalino
8,5-9	Fuertemente alcalino
>9	Extremadamente alcalino

### 2.2 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y SALINIDAD

La salinidad es un factor muy limitante en grandes rangos que viene dado por la conductividad eléctrica, por lo que puede llegar a convertir una zona en no apta para el cultivo de la trufa negra. Los suelos salinos se caracterizan por causar alteraciones a las plantas, causandoles una disminución del tamaño de las hojas, poco fruto y de pequeño tamaño, restricción en el crecimiento y clorosis en las hojas.

La conductividad apropiada para la trufa es de 0 - 0,35 (mmhos/cm) (Franco et al, 2018).

Tabla 2. Valores aproximados y afecciones de la salinidad en cultivos

CONDUCTIVIDAD DEL EXTRACTO DE SATURACIÓN (mmhos/cm)	SALINIDAD DEL SUELO	DESARROLLO DEL CULTIVO
0-2	Ninguna	Normal
2-4	Escasa	Afecta a las más débiles
4-8	Moderada	Afecta a la mayoría
8-16	Alta	Desarrollo solo en las más tolerables

## 2.3 CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica del suelo es una fuente y reserva de nutrientes para las plantas, pero a su vez aumenta la agregación del suelo, su porosidad y la capacidad de retención de agua. Para el cultivo de la trufa, se recomiendan valores entre el 1-10% (Reyna, 2011).

## 2.4 CALIZA ACTIVA

La presencia de carbonato cálcico es uno de los factores imprescindibles para la puesta en marcha de una plantación de *Tuber melanosporum* ya que mejora la permeabilidad del suelo y permite la fijación de nitrógeno del aire y la descomposición de materia orgánica.

Los porcentajes óptimos de caliza activa para el cultivo de la trufa se estiman entre el 0.1 y el 30% (Franco et al, 2018).

## 2.5 TEXTURA

La textura idónea para el cultivo de *Tuber melanosporum* es aquella que garantice una buena permeabilidad, pero que al mismo tiempo tenga una buena retención del agua. Esta textura se corresponde con la textura franca (Franco et al, 2018).

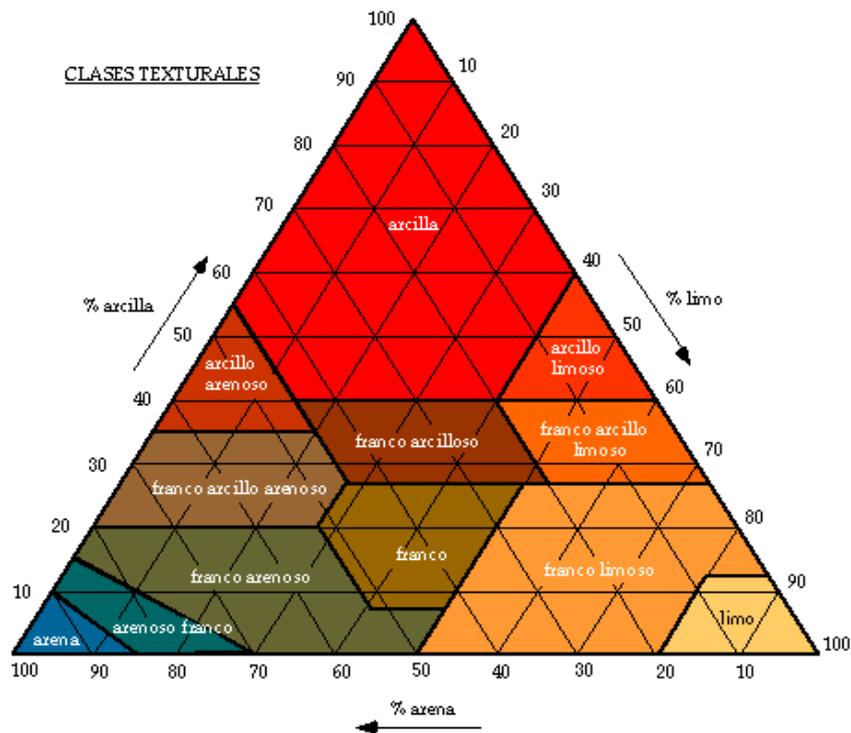


Figura 1. Clases texturales

### 3. ANÁLISIS DEL SUELO

-pH: Para el cálculo del pH se cogieron 10 g de peso seco tamizado y se removió junto con 25 ml de agua destilada durante 10 minutos y posteriormente se introdujo en el pHmetro hasta que el valor se estabilizó obteniendo un valor de pH = 8.40

-Materia orgánica: Para la determinación de la materia orgánica se utiliza el método de oxidación del carbono orgánico con dicromato potásico en medio ácido, conocido como método de Walkley-Black (1934).

Para los cálculos se recogieron dos muestras de suelo seco tamizado de 0.59 g y 0.52 g y los resultados obtenidos tras la realización del método y haciendo la media de ambas muestras fue de un 1,04 %.

-Textura: Para la identificación de la textura se ha empleado el método del densímetro. Para ello, se prepara una probeta en blanco y le añadimos 100 mL de calgon y agregamos agua hasta llegar a 1L y otra probeta con 40 g de suelo seco y 100 mL de calgon y tras batirlo durante 5 minutos se transfiere a otra probeta de 1L, tamizando para quitar las partículas gruesas. Se introduce el densímetro en la probeta en blanco para medir la temperatura, y posteriormente se introduce el émbolo en la otra probeta, se agita y se toman las mediciones con el densímetro correspondientes para poder realizar los cálculos y hallar la curva de sedimentación que nos permite obtener los porcentajes de arcilla, arena y limo.

Tabla 3. Valores obtenidos en el laboratorio

Parámetro	Valor obtenido	Condición
pH	8,4	Óptimo
Conductividad eléctrica	0,205 mmhos/cm	Óptimo
Materia orgánica	1,04 %	Adecuado (un poco bajo)
Caliza activa	6,08 %	Óptimo
Arena total 0,05 < D < 2 mm	41 %	Óptimo
Limo total	37%	Óptimo
Arcilla D < 0,002 mm	22 %	Óptimo
Clase textural USDA	Franca	Óptimo

El valor óptimo de sales en el suelo debe ser inferior a 0,35 mmhos/cm y viene medida por la conductibilidad eléctrica del extracto de saturación en milimhos, por tanto como nuestro valor obtenido de conductividad en el análisis es de 0,205 mmhos/cm se encuentra dentro del intervalo recomendado.

En cuanto a la textura, teniendo en cuenta los valores dados por la curva de sedimentación se ha obtenido una textura franca con la siguiente distribución de arena, limo y arcilla:

- Arena USDA (%)= 41 %
- Limo USDA (%)= 37 %
- Arcilla USDA (%)= 22 %

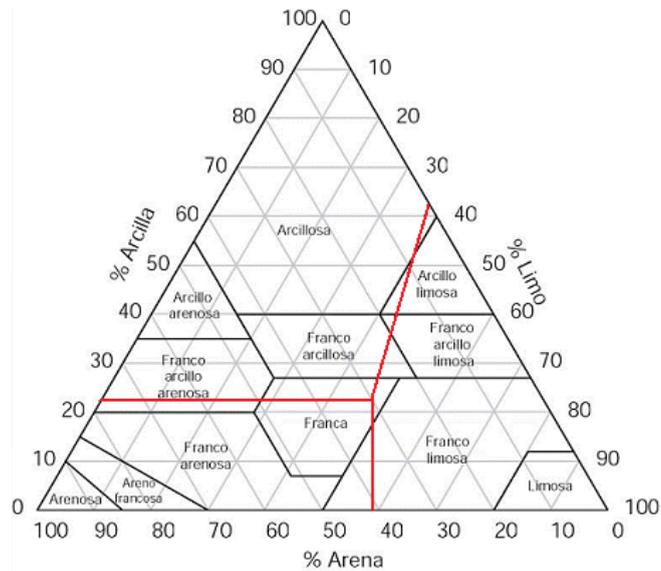


Figura 2. Clase textural obtenida

## **4. CONCLUSIONES**

Tras finalizar el análisis de los datos obtenidos en los distintos métodos realizados en el laboratorio, se ha llegado a la conclusión de que todos los valores se encuentran dentro del rango óptimo, por lo que no existe ningún factor limitante en el suelo que pueda influir en el desarrollo final de la plantación.

# **ANEJO 4: ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS**

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. ALTERNATIVAS</b>	<b>1</b>
2.1 ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE CULTIVO	1
2.2 ALTERNATIVA DE PREPARACIÓN DEL TERRENO	2
2.3 ALTERNATIVA ESPECIE HUÉSPED (Reyna, 2011)	2
2.4 ALTERNATIVA ESPECIE SIMBIONTE	6
2.5 ALTERNATIVA DE DENSIDAD Y MARCO DE PLANTACIÓN	8
2.6 ALTERNATIVA ÉPOCA DE PLANTACIÓN	9
2.7 ALTERNATIVA AL MÉTODO DE PLANTACIÓN	9
2.8 ALTERNATIVA DE APERTURA DE HOYOS	9
2.9 ALTERNATIVA AL SISTEMA DE RIEGO	10
2.10 ALTERNATIVA MÉTODO DE RECOLECCIÓN	10

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. *Tuber melanosporum* Vitt.
- Figura 2. *Tuber brumale* Vitt.
- Figura 3. *Tuber aestivum*
- Figura 4. *Tuber magnatum* Pico
- Figura 5. *Tuber Indicum*
- Figura 6. Cuadro para la selección de especie simbiote

## 1. INTRODUCCIÓN

Para que el rendimiento de la plantación sea el más adecuado posible se han desarrollado todas las alternativas posibles que se pueden dar en el proyecto, ya que ninguno de los apartados desarrollados en este anejo presentan una única solución.

Para ello, se evalúan todas las opciones existentes y posteriormente se seleccionará la óptima teniendo en cuenta los condicionantes presentes en la parcela donde se llevará a cabo el proyecto.

Una vez desarrolladas todas las alternativas se justificará la selección más adecuada para la plantación.

## 2. ALTERNATIVAS

### 2.1 ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE CULTIVO

- Sistema tradicional de monocultivo: Se emplea la misma especie fúngica en toda la plantación, en este caso la especie es el *Tuber melanosporum* Vitt, situando los árboles en hileras.

- Cultivo intercalado agroforestal: Sistema de cultivo que consiste en realizar un cultivo entre las filas del cultivo principal, que puede ser permanente o temporal, puede resultar de utilidad como protector del suelo frente a la erosión y a la evaporación del agua del suelo. Este método permite obtener ingresos antes de la entrada en producción de la trufa, teniendo que eliminarse con el inicio de la producción del hongo.

Dicho método puede suponer un retraso considerable en el desarrollo de la trufa, así como una fuerte competencia por los nutrientes, el agua y el terreno.

Este método sólo es aconsejable en truferas naturales de muy baja densidad. En una truficultura diseñada para obtener la máxima productividad quedan descartados (Moratilla, 2019).

- Sistema alternante: Consiste en el empleo de diferentes especies simbiotes con la trufa, con el objetivo de variar la entrada en producción y obtener beneficios anticipados.

Este método no es aconsejable ya que las necesidades de las diferentes especies no son las mismas en cuanto a cantidad de nutrientes, riegos y manejo de la plantación durante su ciclo vegetativo, lo que dificulta bastante su gestión (Moratilla, 2019).

Alternativa elegida: Se elige el sistema tradicional de monocultivo, donde se emplea la misma especie y el mismo marco de plantación en toda la parcela, con el fin de tener un

mayor control del manejo de las labores de cultivo y obtener una mejor producción y rentabilidad.

## **2.2 ALTERNATIVA DE PREPARACIÓN DEL TERRENO**

- Subsulado lineal: Consiste en producir cortes perpendiculares en el suelo a una profundidad de 40 a 60 cm, dados generalmente en curva de nivel, que no alteran el orden de los horizontes, mediante un subsolador o ripper (Blanco y Revilla, 2007).

- Subsulado pleno: Consiste en realizar unas pasadas perpendiculares a las realizadas en el subsulado lineal, para colocar las plantas en las intersecciones generadas, permitiendo así un gran desarrollo del sistema radicular de la planta.

- Arado de vertederas: Consiste en el laboreo primario con volteo del suelo formando un canal que permite la aireación y la circulación del agua de lluvia hasta las capas profundas. Está formado por uno o más cuerpos, cada uno de los cuales realiza el corte y el volteo de una banda de suelo cuya sección es rectangular, con anchura igual a la de corte y altura a la profundidad de intervención.

La profundidad de intervención del arado debe de estar comprendida entre el 60-80% de la anchura de corte de la reja. Esta anchura se mide perpendicularmente a la dirección de avance (Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 2022).

Si partimos de un cultivo anterior como el cereal es aconsejable realizar una labor de desfonde con arado de vertedera a unos 40-50 cm de profundidad, preferiblemente tras las primeras lluvias de otoño, así los hielos de invierno meteorizan los terrones y el suelo quedará mejor para la siguiente labor (Reyna, 2011).

- Plantación directa: Consiste en abrir un hoyo en el terreno e introducir la planta. Este sistema suele limitar el desarrollo del sistema radicular de la planta comprometiendo seriamente su supervivencia . Además provoca que las labores anteriores con maquinaria persistan provocando una mala preparación del terreno. Por lo que este método es de menor rendimiento que el resto.

Alternativa elegida: Se ha optado por el pase con arado de vertedera y el subsulado pleno, por ser el método que mejor se adapta a las exigencias del proyecto permitiendo un buen desarrollo radicular y un buen desarrollo de las plantas.

## **2.3 ALTERNATIVA ESPECIE HUÉSPED** (Reyna, 2011)

La elección del tipo de trufa viene condicionada por las condiciones edafológicas y climáticas de la zona y por la demanda de dicha trufa en la zona, así como sus precios.

En la actualidad existen varios tipos de trufas, donde las más destacadas son:

-Trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.): Las zonas de mayor concentración son: España, Italia y Francia, siendo España el primer productor de trufa negra a nivel mundial. Es la trufa de mayor valor comercial de las que se recolectan en España.

Nos la encontramos cultivada en micorrizas con especies del género *Quercus*. Es un hongo hipogeo, que crece de forma silvestre bajo la encina (*Quercus ilex* L. subsp. *rotundifolia*), el quejigo (*Quercus faginea*), la coscoja (*Quercus coccifera* L.), el tilo (*Tilia platyphyllos* Scop), el roble pubescente (*Quercus pubescens*) y el avellano (*Corylus avellana* L.).

Su época de recolección va desde mediados de Noviembre hasta finales de Marzo.

Es un tipo de trufa muy cotizada por ser compacta y maciza, de un sabor sumamente agradable y un olor muy intenso y característico que se percibe a varios metros de distancia.

Su precio varía con los años pero suele estar próximo a los 600-700 euros el kilo.



Figura 1. *Tuber melanosporum* Vitt.

-*Tuber brumale* (*Tuber brumale* Vitt.): También conocida como “Trufa de otoño” o “Trufa machenca”.

Es una especie que se desarrolla durante el invierno y el periodo de recolecta va desde enero hasta marzo.

Las plantaciones de árboles micorrizados comparten hábitat con el *Tuber melanosporum*, pero puede aparecer sin la compañía del *melanosporum* en lugares más húmedos no aptos o en otros con pH menos básico.

Es una especie consistente y compacta, con un sabor agradable y con el aroma menos intenso que el que posee la *Tuber melanosporum*, además de ser de menor tamaño, es por ello que su valor de mercado es notablemente inferior al de la trufa negra.

Se trata de una especie muy variable que ha dado lugar a múltiples variedades como el *Tuber hiemalbum* Chatin, *Tuber renati* Bonnet, *Tuber montanum* Chatin y *Tuber moschatum* Bonnet entre otras.



Figura 2. *Tuber brumale* Vitt.

-Trufa negra de verano (*Tuber aestivum*): Se encuentra ampliamente distribuida por toda la geografía española, a pesar de ello es poco conocida debido, entre otras cosas, a que su valor económico es inferior al de la trufa negra.

Puede desarrollarse en zonas donde la trufa negra no lo hace, por tolerar rangos más amplios de condiciones climáticas.

Tiene un sabor mucho más suave que la trufa negra y su aroma es suave y algo dulce. Su temporada va desde el 1 de mayo hasta el 15 de agosto.

Su valor económico es muy inferior en comparación con las otras trufas rondando los 50/100 euros el kilo, por lo que se utiliza para la realización de muchas conservas.

Las aplicaciones culinarias de estos tipos de trufa son parecidas a las de la trufa de invierno.



Figura 3. *Tuber aestivum*

-Trufa blanca (*Tuber magnatum Pico*): Este tipo de trufa es comúnmente conocida como trufa del Piamonte o Trufa de alba.

Se encuentra mayoritariamente en Italia, Croacia (Istria), Eslovenia y Hungría.

Presenta los precios más elevados llegando casi a 3000 € el Kg, esto se debe a que la época de recolección es muy corta (de Septiembre a Noviembre) y a que requiere de suelos margoso-calizo con una gran macroporosidad y climas muy específicos que mantengan los terrenos más hidratados y húmedos.

Por ello, la plantación debe estar situada siempre en umbrías y en climas de elevada pluviometría y pocas oscilaciones térmicas.

El *Tuber magnatum* es fácilmente reconocible entre el resto de tipos por presentar un color crema en el exterior y un color marrón-amarillento en su interior.

Se mantiene fresca menos días que la trufa negra, y presenta un intenso aroma que la hace única.

Por todo esto es la trufa más cara y exclusiva del mercado.



Figura 4. *Tuber magnatum Pico*

-Tuber Indicum (*Tuber Indicum*): Es un tipo de trufa originaria de China, presenta un aspecto muy similar al *Tuber melanosporum* pero con una calidad bastante inferior. Presenta un color negro, una textura compacta y un sabor suave y ligero.

Se exporta en grandes cantidades a los mercados europeos por su bajo precio y su parecido a la *Tuber melanosporum* ya que en China está poco cotizada.

Este tipo de trufa se desarrolla principalmente en las provincias chinas de Yunnan y Sichuan donde micorrizan con pinos de montaña a una altitud de 2.000-2.500 metros en un clima templado.

El periodo de maduración tiene lugar entre los meses de noviembre y marzo.



Figura 5. *Tuber Indicum*

Alternativa elegida: Se ha optado por la *Tuber melanosporum* Vitt., dado que es la que mejor se adapta a las condiciones climatológicas de la comarca, se encuentra de forma natural en la zona y será la que más rentabilidad le otorgue al proyecto, siendo la trufa con mayor valor en España.

## 2.4 ALTERNATIVA ESPECIE SIMBIONTE

En España, las especies capaces de mantener una producción trufera habitual son las siguientes:

- Encina: La encina es la más extendida en España y presenta dos subespecies: *Quercus ilex ilex* y *Quercus ilex rotundifolia* (Reyna, 2011).

Son especies de hoja perenne con copa de hasta 25 m de altura que se encuentra entre el nivel del mar y los 1400 m, aunque puede alcanzar los 2200 m. Presentan un sistema radicular pivotante, con una potente raíz principal ya desde la germinación de la bellota.

La encina se encuentra de forma natural sobre suelos calizos, silíceos y yesosos, evitando los suelos encharcados y los suelos arcillosos demasiado compactos. Requiere de zonas con más de 300 mm de precipitación anual y con 50-250 mm de precipitación estival.

Es una especie muy resistente al frío y no suele sufrir daños hasta temperaturas inferiores a los 20°C (Reyna, 2011).

- Quejigo (*Quercus faginea*): Es una especie de hoja semicaduca o marcescentes. Presenta un sistema radicular potente y extendido, con ramificación secundaria superficial y más abundante en ápices tróficos que la encina. Suele desarrollarse en zonas con precipitaciones próximas a los 600 mm anuales de precipitación y con 75-100 mm de precipitación estival. Prefiere suelos calizos o calizo-arcillosos, aunque puede desarrollarse

en suelos silíceos y yesosos y suele situarse preferentemente en zonas de umbría (Reyna, 2011).

- Coscoja (*Quercus coccifera L.*): La coscoja es un arbusto de hoja perenne de no más de 2 m de altura. Se encuentra en altitudes de 200 a 1500 m y es una especie con un sistema radical poco profundo, con varias raíces cundidoras que originan muchos renuevos. Prefiere terrenos calizos, secos y pedregosos. Es la más termófila del género *Quercus* (temperatura media de enero > 3°C y temperatura media de agosto 20°C). Necesita un mínimo de 200 mm anuales.

La coscoja en plantaciones truferas es una opción muy interesante para suplir la encina en caso de encontrarse en zonas con limitaciones hídricas, pero es poco empleada por su lentitud en el desarrollo (Reyna, 2011).

-Tilo (*Tilia platyphyllos Scop*) : Árbol de hoja caduca con copa de hasta 35 m de altura. Su altitud óptima se encuentra entre 1000 y 1700 m. Es una especie de sombra y requiere de suelos fértiles y frescos y climas suave y húmedo, sin sequía estival.

- Roble pubescente (*Quercus pubescens*): El roble pubescente es un árbol o arbusto de hoja caduca de hasta 25 m de altura y que se localiza en altitudes entre los 500 y 1500 m. Soporta tanto suelos calizos como silíceos, aunque prefiero los calizos, soportando bien la sequedad y los suelos poco profundos e incluso pedregosos. Requiere más de 600 mm/año de precipitación de las que 150 mm deben ser en verano. Debe vigilarse el desarrollo en altura para evitar una espesura excesiva (Reyna, 2011).

- Avellano (*Corylus avellana L.*): El avellano es un arbusto o arbolillo de hoja caduca de 3 a 6 m de altura (Herbari virtual) . Tiene un sistema radicular muy susceptible de micorrizar. Se encuentra desde el nivel del mar hasta 1.500 m de latitud (Reyna, 2011).

Necesita de suelos frescos, sueltos, silíceos o calizos. Es una especie de media luz que requiere precipitaciones de más de 600 mm de precipitación anual.

Alternativa elegida: Para dicha elección se ha empleado la clave de (Reyna, 2011) , en la que nuestra parcela se encuentra en un suelo profundo superior a los 40 cm , con una precipitación anual media inferior a los 800 mm y cuya pendiente no sobrepasa el 16 %. Todo esto junto con los resultados analizados en el anejo 2 de estudio climatológico y el anejo 3 de estudio edafológico, se decide que la plantación se efectuará con *Quercus ilex ssp. rotundifolia*. Ya que es la especie más empleada y que mejor funciona en la zona además de adaptarse perfectamente a las condiciones climáticas y edáficas de la zona y de producir trufas negras de excelente calidad.

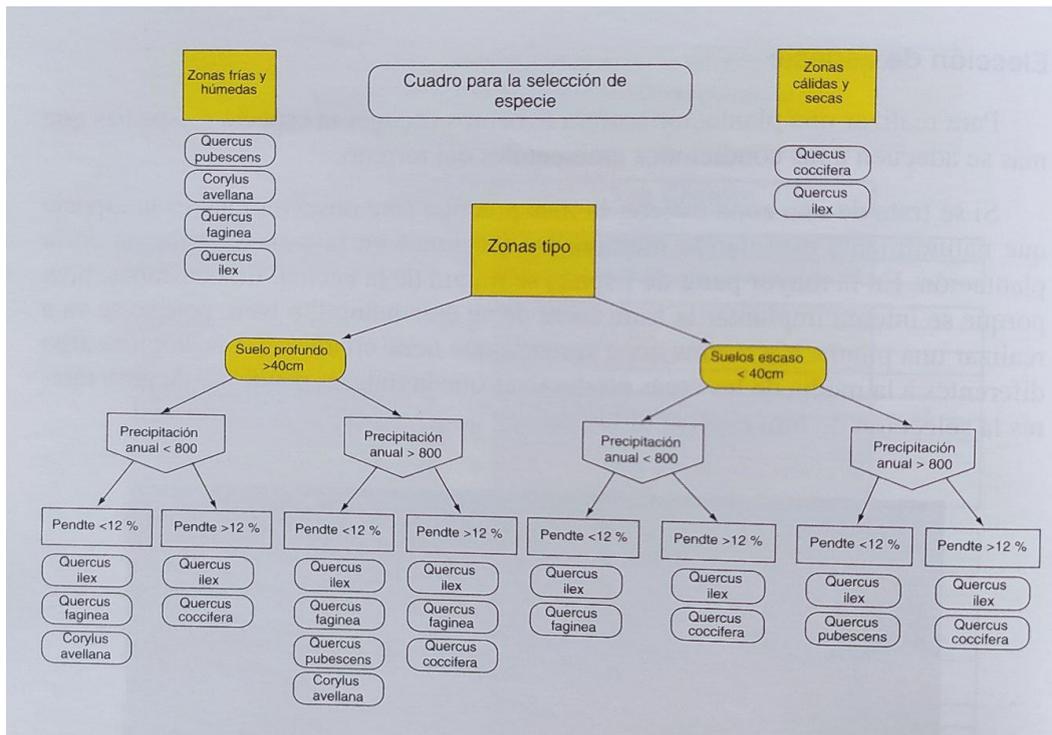


Figura 6. Cuadro para la selección de especie simbiote (Reyna, 2011)

## 2.5 ALTERNATIVA DE DENSIDAD Y MARCO DE PLANTACIÓN

Para seleccionar la densidad adecuada hay que optimizar el espacio y la producción lo máximo posible, para ello, si dejamos poco espacio entre plantas la competencia será más elevada, lo que puede mermar el crecimiento de las especies y por tanto la producción provocando un desequilibrio y si se deja demasiado espacio entre plantas se está perdiendo capacidad productiva, por lo que es fundamental encontrar el mejor equilibrio para favorecer un correcto desarrollo de las plantas.

El marco de plantación ideal sería aquel en el que en todo momento la separación entre pies sea siempre el doble de la altura del árbol, para lograr que las raíces superficiales de cada árbol no tengan competencia entre ellas (Reyna, 2011).

- Densidad baja de plantación: Al plantar menor cantidad el coste inicial de plantación es menor pero a su vez tardan más tiempo en entrar en producción y la producción será menor. Entre 80 y 300 plantas por hectárea.
- Densidad media de plantación: Bajos costes de producción y la entrada en producción temprana. Entre 300 y 500 plantas por hectárea.
- Densidad alta de plantación: Una alta densidad puede suponer una falta de insolación del suelo, mayor necesidad de mano de obra y costes más elevados. Tiene como ventajas una mayor producción y una producción precoz. Entre 500 y 800 plantas por hectárea.

Alternativa elegida: Se ha seleccionado una densidad media de plantación con un marco real de 5x5 ya que facilitan la mecanización y no producen áreas de sombra continuas, con una orientación de Norte-Sur para que reciban la máxima insolación del suelo (Reyna, 2011).

Además dicha elección nos permite recuperar la inversión en un menor tiempo y nos otorga una elevada productividad.

## **2.6 ALTERNATIVA ÉPOCA DE PLANTACIÓN**

El hecho de plantar en una época u otra, viene determinado por las exigencias térmicas y pluviométricas que requiere la planta, en este caso principalmente se busca evitar fuertes heladas que dañen considerablemente la plantación.

- Noviembre-Diciembre: Esta época suele mejorar el desarrollo inicial de las plantas por la climatología, pero a su vez tiene el riesgo de que se produzcan heladas invernales que dañen la planta.

- Febrero-Marzo: Si se elige esta época de plantación será fundamental el riego durante ese verano.

Alternativa elegida: La plantación se realizará entre la primera y la segunda semana de marzo, principalmente para evitar posibles fuertes heladas en invierno que dañen considerablemente el cepellón micorrizado.

## **2.7 ALTERNATIVA AL MÉTODO DE PLANTACIÓN**

- Planta a raíz desnuda: Consiste en colocar la planta con la raíz al aire libre, esto puede provocar que se seque o que en el caso de fuertes fríos se congelen las micorrizas y mueran (Placed, 2014).

- Planta con cepellón: Son plantas criadas en un vivero dentro de un envase, que se han desarrollado en un sustrato y un envase adecuados que evite el enroscamiento de la raíz y que permita una planta bien micorrizada, vigorosa y con buena proporción entre la raíz y la parte aérea (Montoya, 1996).

Alternativa elegida: Se opta por realizar la plantación mediante plantas en envase de 450 c.c, para conservar mejor la humedad y favorecer la adaptación del sistema radicular al suelo y evitar posibles daños de la micorriza.

## **2.8 ALTERNATIVA DE APERTURA DE HOYOS**

- Ahoyado manual: Para el ahoyado manual se retira mediante una azada la cantidad de tierra suficiente para que quepa el cepellón. Este proceso se emplea cuando el terreno ha sido trabajado con anterioridad permitiendo así poder hacer los hoyos con facilidad. Además supone un menor gasto que el ahoyado mecanizado (Placed, 2014).

- Ahoyado mecanizado: Es un sistema rápido y eficaz pero de mayor coste. Se realiza por medio de un apero ahoyador de tipo broca, acoplado a un tractor agrícola (Placed, 2014).

Alternativa elegida: Se escoge la opción del ahoyado manual, ya que la tierra se encontrará en condiciones óptimas para su trabajo, y debido a las pocas dimensiones de la parcela no se necesita de gran profundidad para colocar el cepellón, permitiendo realizar el hoyo sin dificultad.

## 2.9 ALTERNATIVA AL SISTEMA DE RIEGO

- Riego por goteo: Consiste en la distribución de agua a través de goteros, con este tipo de sistema de riego se obtiene el máximo de ahorro en agua, la presión de trabajo es mínima, normalmente es suficiente entre  $0,5$  y  $1 \text{ kg/cm}^2$  y reduce la aparición de malas hierbas a su alrededor (Reyna, 2011).

Las principales desventajas de este sistema son los costes de instalación, posibles obstrucciones en el canal de riego y que requiere de una mayor preparación.

- Riego por microaspersión: Se necesita de una presión aproximada de  $1$  a  $1,5 \text{ kg/cm}^2$ . Como principal inconveniente se encuentra la dificultad para llevar a cabo las labores de mantenimiento y se debe tener especial cuidado los días de viento intenso para evitar la dispersión de las gotas por su pequeño tamaño.

Alternativa elegida: La alternativa seleccionada es el sistema de riego por microaspersión, ya que se adapta perfectamente a las dimensiones de la parcela, además nos permite aumentar el rango de riego a medida que los árboles crecen y por último el mayor tamaño en los diámetros de las boquillas provocará una reducción de los problemas de obstrucción.

## 2.10 ALTERNATIVA MÉTODO DE RECOLECCIÓN

- Recolección con cerdo: Este método es bastante empleado en Francia, normalmente se empleaba una hembra con un anillo en la jeta para evitar que hozara el terreno y sacará trufas que todavía estuvieran en periodo de desarrollo. El cerdo tiene inconvenientes tales como su elevado peso, su lentitud, y que hay que estar muy pendiente ya que puede comerse la trufa o dañar la carrasca hozando (Reyna, 2011).

- Recolección con mosca: La mosca de la trufa (*Helomyza tuberivora*) es un pequeño díptero que deposita sus huevos sobre el terreno donde se encuentra la trufa. La puesta, muchas veces, tiene lugar en fases avanzadas de maduración del hongo, ya que es en esos momentos, cuando éste desprende mayor aroma (Placed, 2014).

La presencia de este díptero evidencia la presencia de trufa, pero dicho método puede no ser tan efectivo ya que pueden causar trufas podridas (Reyna, 2011).

- Recolección con sensores eléctricos de aromas: Consiste en un aparato basado en el análisis de gases, su precio es muy elevado rondando los 2500€ y además su funcionalidad todavía no está totalmente demostrada (Reyna, 2011).

- Recolección mediante perro: Es la práctica más empleada y conveniente y la única legalmente permitida. El perro puede ser de cualquier raza pero debe estar correctamente adaptado al frío y soportar correr por el monte sin asparse las almohadillas de las patas. El perro debe ir retenido por las órdenes de su amo, no alejarse excesivamente y repasar todas las plantas trufas (Reyna, 2011).

Alternativa elegida: Se emplea la recolección mediante perro porque es el único método legalmente permitido y el más eficiente en nuestro país, además de ser más fácil su control y manejo.

# **ANEJO 5: MATERIAL VEGETAL**

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL</b>	<b>1</b>
2.1 ELECCIÓN DEL HOSPEDANTE	1
2.2 ELECCIÓN DEL HONGO	1
<b>3. LA TRUFA Y SU BIOLOGÍA</b>	<b>1</b>
3.1 LAS MICORRIZAS	1
3.2 CICLO BIOLÓGICO DE LA TRUFA	3
3.3. EL QUEMADO	5
<b>4. ENFERMEDADES PATOLOGÍAS Y PARÁSITOS</b>	<b>5</b>
4.1 PLAGAS Y ENFERMEDADES EN VIVERO	5
4.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES EN PLANTACIÓN	6
<b>5. HELOMYZA TUBERIVORA Y LEIODES CINNAMOMEA</b>	<b>7</b>
5.1 LA MOSCA DE LA TRUFA (HELOMYZA TUBERIVORA)	7
5.2 LEIODES CINNAMOMEA	8

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Helomyza tuberivora*

Figura 2. *Leiodes cinnamomea*

## **1. INTRODUCCIÓN**

Para que la plantación se desarrolle en las mejores condiciones es fundamental una buena simbiosis del hongo con el árbol. Y que la elección del hospedante y el hongo sea la más adecuada para las condiciones climáticas y edáficas de la zona.

## **2. ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL**

### **2.1 ELECCIÓN DEL HOSPEDANTE**

Teniendo en cuenta la vegetación natural presente en la zona, así como, la gran rusticidad de la especie, se decide que la plantación se efectuará con *Quercus ilex ssp. rotundifolia*, ya que se adapta a todas las variantes del clima mediterráneo, soportando temperaturas extremas y períodos considerables de sequía y produciendo trufas de un alto valor culinario.

### **2.2 ELECCIÓN DEL HONGO**

Se ha optado por la *Tuber melanosporum* Vitt., dado que es la que mejor se adapta a las condiciones climatológicas de la comarca, se encuentra de forma natural en la zona y será la que más rentabilidad le otorgue al proyecto, siendo la trufa con más valor en España.

## **3. LA TRUFA Y SU BIOLOGÍA**

### **3.1 LAS MICORRIZAS** (Reyna, 2011)

La trufa es un hongo simbiote que necesita asociarse a las raíces más finas de algunas plantas, en nuestro caso de la encina, sin las cuales es incapaz de sobrevivir de forma natural.

Una micorriza está constituida por una raicilla muy fina rodeada y penetrada por el micelio del hongo.

La relación simbiótica presenta beneficio mutuo para los participantes, en el caso del hongo obtiene productos orgánicos sintetizados procedentes de la planta superior por su incapacidad para sintetizarlos por la carencia de clorofila y la planta obtiene beneficios en la adquisición de solutos minerales y agua del suelo, mejorando el metabolismo del P y de N en las plantas y mejorando considerablemente la toma de minerales poco móviles o a baja concentración que la planta por sí sola no podría coger y lo hace a través del hongo.

Las micorrizas se pueden clasificar en endomicorrizas, ectomicorrizas y ectendomicorrizas. Las micorrizas que realiza la trufa son de tipo ectomicorrizas, entre un 3% y 5% de los vegetales forman micorrizas ectotróficas, que tienen un valor forestal muy grande.

La asociación ectomicorrícica se produce en las raíces más finas de la planta, ápices radiculares, debido a que las micorrizas no suelen superar los 3 mm de longitud y los 0,5 mm de grosor son muy difíciles de detectar.

Las ectomicorrícicas producen un engrosamiento de las raicillas terminales, debido al recubrimiento del manto fúngico, y generan una división que le otorga un aspecto coraloide muy característico.

La estructura de las ectomicorrizas se constituye del manto miceliar, la red de Harting y las espínulas. Donde:

- El manto es el recubrimiento del micelio alrededor de la raíz, donde pueden aparecer micorrizas de diversos colores. El manto presenta, superficialmente, diferentes tipos de dibujo en función de la estructura que formen sus hifas. Hay dos tipos de manto:

- Manto plectenquimático
- Manto pseudoparenquimático

- La red de Harting se encuentra formada por las hifas procedentes del manto que penetran intercelularmente en las primeras capas de células de la raicilla. Por tanto, el hongo no llega a penetrar en el interior de la célula, sino, tan sólo, entre los tabiques que separan las células.

-Las espínulas son hifas de tamaño medio que se localizan en la parte exterior del manto que se extienden por el perfil del suelo.

Los árboles micorrizados obtienen una serie de ventajas de gran importancia para desarrollarse sobre el medio natural, las más significativas son:

- Mejora la capacidad de absorción de los nutrientes, ya que las micorrizas incrementan la superficie de contacto entre la raíz y el suelo.
- Ampliación del sistema radicular a través del micelio extendido por el suelo, que es capaz de absorber sustancias simples que posteriormente a través de la micorriza pasan a la raíz y al árbol mejorando así el nivel de asimilación de macronutrientes.
- La planta micorrizada es más competitiva para captar agua del suelo.
- Produce una mejor adaptación de la planta frente a situaciones de dificultad, tales como sequías o enfermedades.
- Le otorgan a la planta superior un mejor sistema de defensa frente a enfermedades criptogámicas, entre otras cosas por su mayor vitalidad por estar mejor nutridas.

- En algunos casos, les permite la adaptación de especies forestales con ciertos hongos a suelos en los que por sus condiciones edáficas no podrían sobrevivir.
- En la etapa de la planta en vivero causan un mejor crecimiento y acumulación de reservas que favorecen su posición para la futura plantación.
- Las plantas micorrizadas con un desarrollo radicular más acentuado y dividido hace que aguanten mejor la fase de trasplante y su adaptación en el terreno.
- Las micorrizas mejoran la estructura del suelo, que normalmente se encuentra mejor drenado y aireado, compensando posibles desequilibrios en su textura.

Los hongos también presentan varias ventajas:

- Los hongos absorben los azúcares de las raíces que han sido generados y traspasados desde las hojas mediante la función clorofílica.
- Desde las micorrizas se produce la propagación del hongo en el sistema radical de un árbol trufero.

Por tanto la relación existente entre el árbol y el hongo es una especie de parasitismo mutuo, donde en algunas ocasiones es el hongo el que actúa como parásito del árbol y en otras es el árbol el que parasita el hongo.

### **3.2 CICLO BIOLÓGICO DE LA TRUFA** (Reyna,2011)

En la vida de la trufa negra ocurren dos tipos de procesos, en primer lugar la etapa vegetativa que abarca desde la germinación de la espora hasta la fructificación, pasando por una fase micelial rápida y una fase micorrícica muy dilatada y una segunda etapa reproductora que consiste en la fructificación y la producción de trufa.

- Etapa vegetativa:

1. Germinación y micelio: Las esporas de la trufa llegan al suelo, posteriormente son arrastradas por las lluvias hacia el interior del suelo, cuando las condiciones de humedad y temperatura son óptimas la espora comienza a germinar generando un fino filamento de micelio que se ramifica a gran velocidad. Una vez se ha producido la germinación de la espora se forma el micelio que debe entrar en contacto en breve con una raíz a la que micorrizará.

2. Las micorrizas: El filamento de micelio busca en el suelo raicillas en un corto periodo de tiempo o cuando la espora se quede sin reservas de nutrientes morirá.

Cuando el filamento se conecta con una raicilla se producen una serie de transformaciones que conllevan la formación de una ectomicorriza. El intercambio se realiza a través de superficies de contacto entre las paredes del hongo y de la raíz.

Del manto aparecen hifas para propagar la infección hacia las raicillas cercanas, denominada infección primaria.

A partir de las micorrizas primarias, el micelio coloniza el suelo en busca de raicillas y forma micorrizas secundarias.

Cuando el árbol entra en actividad tras pasar el invierno, las micorrizas se encuentran lateralmente en las raíces, en algunos casos se produce una aglomeración casi incuantificables de micorrizas denominadas glomérulos.

No siempre se forman glomérulos, en algunos casos se forman micorrizas bajo la corteza de la raíz llamadas subcorticales.

Las micorrizas son muy activas al terminar la primavera y tienen una vida corta que podría concretarse al ciclo anual, y con su muerte conservan en su interior una capa de hifas vivas que retomarán la colonización de nuevas raíces. Por tanto la fase micorrícica se puede alargar durante varios años, propagándose por el sistema radical y año tras año se van renovando y extendiendo.

En cuanto al tamaño de las micorrizas de la trufa es variable de 2-3 mm de longitud y de 0,3-0,5 mm de diámetro. El color de las micorrizas varía según la etapa vital en la que se encuentra, presenta un color beis cuando es joven y a medida que va madurando se va oscureciendo hasta volverse totalmente negra con su muerte.

Con lo que respecta a la morfología externa es propia en cada tipo de micorriza y son de rápido alargamiento y diferenciación.

Con la formación de micorrizas se producen cambios químicos y fisiológicos como la liberación de sustancias al medio y esto se observa con la aparición alrededor del árbol de una zona sin vegetación denominado quemado, el cual nos avisa del comienzo de la producción si las condiciones climáticas son las adecuadas.

3. Los estromas: Se trata del apilamiento de hifas del hongo en la corteza de las raíces, que pueden actuar como estructuras subcorticales que puedan contribuir a la colonización micorrícica de la raíz.

- Etapa reproductora:

1. Formación de las trufas: El proceso de infección se expande por el suelo y el sistema radical, hasta alcanzar la cantidad de biomasa suficiente, que si las condiciones ecológicas son las óptimas dará lugar a la fructificación, dicha biomasa se da entre los años 5 y 10 de la plantación.

Las primeras estructuras reconocidos con trufas pequeñas se denominan primordios y son de color rojizo y ligeramente rugosos. Estos primordios que se forman en primavera, llegarán a trufas maduras las que sobrevivan al verano.

2. Desarrollo y nutrición de ascocarpo-trufa: La trufa necesita protegerse de las fuertes sequías y nutrirse para crecer.

- Protección: La etapa del primordio hasta la formación de la trufa está sometida a períodos duros para su supervivencia, para ello podrá superar estos periodos críticos por la adaptación de sus estructuras, es el caso de un peridio grueso que permite el crecimiento, la protege y contribuye a evitar la desecación.
- Nutrición: Los factores ambientales diversos favorables y que la trufa se mantiene unida simbióticamente al árbol durante el desarrollo del ascocarpo provocan el crecimiento en grosor de las trufas hasta alcanzar el punto de maduración. El ciclo de formación de la trufa dura en torno a 8 meses desde que se forman los primordios hasta su maduración.

3. Diseminación de esporas: Cuando la trufa ha alcanzado su plenitud de madurez, debe liberar las esporas que encierra.

Los jabalís y las moscas de la trufa podrían contribuir en la dispersión de las esporas. La dispersión real de las esporas se produce cuando éstas salen de las ascas, que no se produce hasta la madurez de la trufa. En esta circunstancia, la acción de las larvas de la mosca de la trufa tienen una gran importancia al contribuir en la pudrición del carpóforo con las galerías alimentarias que forman.

### **3.3. EL QUEMADO**

El quemado es una zona deprovista de vegetación que aparece alrededor de las plantas truferas normalmente entre el 4º y el 10º año. La formación del quemado no nos asegura que se produzcan trufas y por el contrario la no presencia de quemado no indica que no vaya a dar trufas. Sin embargo lo más habitual es que las trufas crezcan en la zona de quemado. La causa por la que se producen los quemados radica en el efecto antibiótico que presenta el micelio de la trufa expandido por el suelo que impide el desarrollo de la vegetación denominado alelopatía.

Las plantas que pueden sobrevivir en el interior del quemado son las más resistentes a la sequía debido a un potente micorrización del árbol.

## **4. ENFERMEDADES PATOLOGÍAS Y PARÁSITOS** (Reyna, 2011)

### **4.1 PLAGAS Y ENFERMEDADES EN VIVERO**

#### 1. Radiculares

-La aparición de un nuevo patógeno denominado *Rhizoctonia* sp. binucleada que se considera muy peligroso para la producción de plantones de calidad.

-Un hongo ascomicete que forma la *Sphaerospora brunnea* aparece en los invernaderos y se desarrolla con facilidad dificultando la instalación de la micorriza de Tuber.

Son de gran dificultad a la hora de erradicar , ya que la forma de controlarlo es disminuir la temperatura y la humedad del invernadero, otra forma que parece ser resolutive es el empleo de control biológico mediante bacterias de (*Pseudomonas luteola*) u hongos depredadores de (*Trichoderma harzianum*).

## 2. Aéreos

-Oidio (*Microsphaera alphitoides*): Suele ser causada por un exceso de humedad en el invernadero y su tratamiento es mediante azufre, con precaución para no dañar las micorrizas de la planta.

-Pulgones: Provocan el decaimiento de la planta, la disminución de la masa foliar y negrillas como síntomas habituales. Para su control se recomienda el uso de lucha biológica con depredadores (coleópteros, avispias parásitas y hemípteros).

-Mosca blanca: *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* presentan daños y control muy parecido al de los pulgones.

-Filoxera del roble: Ataca únicamente a las hojas, no causa la muerte de la planta y su control no merece la pena.

## 4.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES EN PLANTACIÓN

### 1. Radiculares

-Oomicetos (*Phytophthora cinnamomi*): Aparece en algunas plantaciones y se considera hasta el momento una patología anecdótica en la región, causa la seca de la encina cuando la planta ha sufrido estrés hídrico.

-Podredumbres blancas (*Armillaria mellea* y *Rosellinia necatrix*): La forma de controlar esta enfermedad es mediante la disminución del agua aportada al terreno o mediante el control biológico con el uso de Trichoderma. Se descarta el uso de productos químicos y herbicidas que puedan afectar a las micorrizas de trufa negra.

### 2. Aéreos

-Insectos: Coleópteros (*Labidostomis sp.*, *Coroebus florentinus* y *Cerambyx sp.*), Hemípteros (pulgones, cochinillas (*Kermes vermilio* y *Kermes ilicis*, *Asterodiaspis ilicicola*)), Lepidópteros, Himenópteros.

-Ácaros (*Eriophes ilicis*): En el envés de las hojas aparecen unas manchas color rojizo que no causan daños graves en la planta, el método de control si se expande por la plantación es el azufre en polvo o sus derivados teniendo especial cuidado para no dañar la planta.

-Ratones: Pueden causar anillamiento de los árboles, el daño es más elevado cuanto más joven es el árbol, el método de control sería el de instalar entre los árboles unas “perchas” de 4 m para que los depredadores de los ratones puedan controlarla.

-Otros mamíferos: Jabalí (*Sus scrofa*), el tejón (*Meles meles*), la garduña (*Martes foina*) o de mayor tamaño como el corzo (*Capreolus capreolus*), causan un grave daño por sus gustos por la trufa y hozar el suelo en su búsqueda.

## **5. HELOMYZA TUBERIVORA Y LEIODES CINNAMOMEA**

Los dos parásitos más comunes y preocupantes asociados al cultivo de la trufa son la mosca de la trufa y el escarabajo de la trufa principalmente por la falta de higiene que supone la venta de trufa “agusanada” o en mal estado, y por la depredación a la que está sometido el producto, ya que esto supone pérdidas económicas y de calidad de la trufa.

### **5.1 LA MOSCA DE LA TRUFA ( HELOMYZA TUBERIVORA)**

Los adultos depositan sus huevos sobre el terreno donde se encuentra la trufa. La puesta, se produce muchas veces, en fases avanzadas de maduración del hongo, ya que en estas fases de maduración el aroma es más intenso. Esto indica hipermaduración o incluso putrefacción del ascoma. Son micetófagas estrictas, ya que sus larvas consumen el ascocarpo de la trufa, lo que provoca una rápida degradación por putrefacción enzimática de toda la gleba. Sin embargo, los adultos favorecen la dispersión de esporas, al quedar éstas adheridas a sus pilosidades (Placed, 2014).

La instalación del sistema de riego provoca que al no haber años de poca producción, las poblaciones de insectos asociados a carpóforos no disminuyen modificando así la dinámica poblacional de los insectos.

Presentan una incidencia y un nivel de daño muy elevado, ya que provocan una pérdida elevada en la calidad de la trufa, una disminución considerable de su peso y la pudrición de carpóforos (Martín, 2021).



Figura 1. *Helomyza tuberivora*

## **5.2 LEIODES CINNAMOMEA** (Martín, 2021)

*Leiodes cinnamomeus* pertenece al orden Coleoptera y a la familia Leiodidae, se trata de un insecto que ha existido tradicionalmente asociado a los cuerpos fructíferos de *Tuber melanosporum* Vitt. y *Tuber brumale* Vitt., pero no a *Tuber aestivum*. Presenta un cuerpo cilíndrico y un tamaño de 4-6 mm de longitud de color generalmente marrón con tonos rojizos en algunos casos. Presentan un dimorfismo sexual bastante marcado, ya que los machos son de mayor tamaño que las hembras y poseen un gancho en la parte final del fémur y una tibia curvada mientras que las hembras carecen del gancho y sus tibias son rectas, por lo que sus patas posteriores son, en general, más débiles que las de los machos.

Los huevos presentan una forma redondeada y un tamaño aproximado de 1mm. Cada hembra deposita entre 5 y 10 huevos escalonadamente en las proximidades de las trufas o sobre el peridio de la trufa.

Las larvas presentan un color blanquecino y poseen potentes mandíbulas para introducirse en la trufa y alimentarse de ella. Pasan gran parte de su vida en el suelo completando su ciclo biológico alrededor de la trufa. Las larvas presentan distintas fases desde la eclosión de los huevos hasta la entrada en diapausa. Dichas fases se establecen en función del tamaño de la larva (L1, L2 y L3).

La aparición de los primeros adultos se produce hacia mediados de septiembre, después de que las larvas en diapausa hayan salido de ese estado de latencia, y puede extenderse hasta mayo. La fase de pupa se extiende hasta el mes de noviembre. El inicio de las cópulas y puesta de huevos sucede alrededor de octubre. Entre finales de octubre y principios de noviembre aparecen las primeras larvas (L1), pudiéndose encontrar diferentes estadios en el mismo cuerpo fructífero a lo largo de la campaña. A partir de la L3 surge la

larva L3 diapausante. La presencia de larvas puede extenderse hasta el mes de marzo, e incluso abril, si la campaña de trufa se alarga.



Figura 2. *Leiodes cinnamomea*

Los daños ocasionados son tanto directos por la pérdida de peso y calidad del producto, como indirectos por la pudrición de los cuerpos fructíferos significando una disminución del valor comercial.

Cualquier método de control empleado para disminuir las poblaciones de *L. cinnamomeus* debe de ser compatible con el cultivo de trufa. Estos métodos son:

-Prácticas de recolección adecuadas:

- Minimizar la cantidad de trufas sin recolectar. Adelantando la fecha de inicio y retrasando la fecha de finalización de campaña para disminuir la cantidad de carpóforos que quedan sin sacar y que pudieran ser atacados por *L. cinnamomeus*.
- Eliminación manual de adultos y larvas. Al recolectar las trufas, es aconsejable no dejar en el pozo la tierra con larvas más adherida a la trufa. Es preferible recolectar la trufa con tierra que dejar en la parcela las larvas, adultos o huevos que pudieran estar alrededor.

- Colocación de atrayentes: La técnica de trampeo masivo con atrayente sintético puede ofrecer una reducción significativa de adultos y por tanto de los daños ocasionados en las trufas.

# **ANEJO 6: VALLADO**

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DISEÑO DE LA VALLA</b>	<b>1</b>
<b>3. MATERIALES PARA EL VALLADO</b>	<b>1</b>
<b>4. EJECUCIÓN DEL VALLADO</b>	<b>2</b>
<b>5. CÁLCULO DE LOS MATERIALES EMPLEADOS</b>	<b>4</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Longitud y nº de postes intermedios por tramo

## **1. INTRODUCCIÓN**

El cerramiento perimetral de la parcela es necesario para evitar la entrada de animales y de personas ajenas que puedan dañar la plantación.

La trufa negra es un hongo con un alto valor culinario, muy cotizado tanto para los animales como para las personas, por ello la instalación de la valla durante los primeros años es indispensable para evitar que animales salvajes de pequeño, medio y gran tamaño se adentren en la parcela a comerse los brotes tiernos de la planta, causando daños irreparables en la planta.

El cerramiento también es fundamental durante la fase productiva para evitar el paso de jabalíes que pueden causar destrozos y mermas en la cosecha y para impedir el paso a personas ajenas a la producción (Franco et al, 2018).

## **2. DISEÑO DE LA VALLA**

La valla perimetral de la parcela consta de una longitud de 560 m.

La malla a instalar deberá reunir unas características básicas de resistencia y alcanzar una altura mínima sobre el terreno que impida la entrada de animales en la parcela por la parte superior, además, ésta irá enterrada a unos 10 cm de profundidad para evitar el levantamiento por parte de los animales (Placed, 2014). La valla será más estrecha en la parte inferior para impedir lo máximo posible el paso de animales pequeños.

La sujeción de la malla se suele realizar con postes tubulares galvanizados, perfiles de metal o postes de madera tratada, en este caso los postes seleccionados serán postes premontados intermedio pregalvanizado y también se colocarán en las esquinas y en tramos inferiores a 100 m postes de tensión que le den una mayor tensión y rigidez al vallado.

Teniendo en cuenta que la malla irá sujeta a postes de acero galvanizado separados a una distancia aproximada de 3 m entre sí se necesitarán 187 postes premontados intermedio pregalvanizado.

La puerta de entrada será de 6 m de longitud y se encontrará en el noroeste de la parcela para facilitar la entrada de la maquinaria a la parcela para poder llevar a cabo las labores necesarias de mantenimiento de la plantación.

## **3. MATERIALES PARA EL VALLADO**

Los materiales necesarios para la instalación del cerramiento perimetral de la parcela son los siguientes:

-Postes de acero galvanizado de 1,80 m de altura, con un diámetro de 4,8 cm y un espesor de chapa de 1,20 mm.

-Postes de tensión con dos refuerzos diagonales para proporcionar mayor tensión a la valla.

-Malla anudada HJ MRT ligera, ésta es una malla progresiva fabricada con alambre galvanizado reforzado de clase A según la norma EN10244-2 de 1,48 m de altura, con 20 alambres horizontales y 15 verticales.

-Alambre de espino galvanizado.

-Tensores de carraca galvanizados.

-Grampillones galvanizados.

-Tornillos bicromatados M5 de 100 mm para unir los tensores a los postes.

-Puerta metálica de dos hojas, de 2 m de altura y 3 m cada hoja.

#### **4. EJECUCIÓN DEL VALLADO**

En primer lugar, es de vital importancia llevar a cabo una delimitación de las zonas por donde se deberá vallar mediante pintura o hilo. Una vez delimitada la zona por donde se instalará la valla se deben marcar todos y cada uno de los agujeros de se van a realizar donde irán instalados los postes que sujetarán la valla metálica mediante un spray de marcaje o pintura (Carpes, 2018)

El vallado se construirá por tramos, dichos tramos de la valla quedan definidos por la distancia entre dos postes de tensión.

Los postes de tensión irán colocados cuando se produzca un cambio de dirección o cuando el tramo sea superior a los 100 m sin cambios de dirección desde el último poste de tensión y en el inicio del cerrado y en el final, dejando un hueco para la puerta de 6 m sin vallar (Ruiz, 2017).

Por tanto, el vallado tendrá una longitud de 560 m, teniendo en cuenta los cambios de dirección se ha decidido dividir la parcela en 11 tramos con sus correspondientes postes de tensión.

Los tramos se encuentran señalados en el plano correspondiente en el sentido de las agujas del reloj desde la colocación de la puerta. Para su correcta medición se ha realizado una tabla con las dimensiones de cada uno de los tramos de la parcela y los postes de acero galvanizado empleados en cada uno de los 11 tramos.

Tabla 1. Longitud y nº de postes intermedios por tramo

Tramo	Longitud del tramo (m)	Nº postes de acero galvanizado
1	6	0
2	68	22
3	76	24
4	24	7
5	38	12
6	19	5
7	60	19
8	80	29
9	73	31
10	56	19
11	60	19
TOTAL	560	187

Por tanto se necesitan 187 postes de acero galvanizado de 1,80 m de altura y 11 postes de refuerzo situados a una distancia de 3 m aproximadamente.

Para el clavado al suelo de los postes de acero galvanizado y los postes de refuerzo se emplea la hincadora motorizada de postes IBF-52 LITE de la marca Iber Fence u otra de características similares con un motor de 4 tiempos, de este modo, serán más resistentes que los colocados perforando hoyos.

Los postes de acero irán clavados a una profundidad aproximada de 40 cm y los postes de tensión se colocarán a una profundidad aproximada de 80 cm los para darle rigidez y firmeza a la valla.

En primer lugar se clavarán los 11 postes de tensión con sus respectivos postes diagonales y posteriormente se procederá a clavar los postes de acero galvanizado en las zonas señalizadas con anterioridad cada 3 m.

Tras la colocación de todos los postes se procederá a colocar la malla de alambre galvanizado, para ello se colocarán 3 alambres de espino en cada uno de los 11 postes de tensión fijando siempre de abajo hacia arriba progresivamente, fijando siempre en primer lugar el alambre inferior. A medida que vamos al siguiente poste de tensión colocaremos los tensores, para que el alambre esté rígido y firme.

Posteriormente se colocan los alambres en cada uno de los postes de acero galvanizado con los grampillones (Ruiz, 2017).

Y para finalizar se tamará el poste con tierra hasta cubrir el alambre inferior para reducir al máximo cualquier tipo de pérdida de tensión y se vaya destensando con el paso del tiempo.

## **5. CÁLCULO DE LOS MATERIALES EMPLEADOS**

La parcela presenta un perímetro de 560 m, por lo que se necesita una longitud de malla de alambre galvanizado aproximado de 580 m.

Se necesitan un total de 187 postes de acero galvanizado de 1,80 m de altura y 11 postes de refuerzo.

Estos postes serán unidos mediante hilos de alambre de espino galvanizado, se colocará un hilo por cada 50 cm de altura, como la malla mide 148 cm se colocarán 3 hilos. Por lo que se precisará de 3 veces los 580 m de perímetro que presenta la parcela.

Para ello, necesitaremos unos 1740 m aproximadamente de alambre de espino galvanizado.

Para anclar la malla correctamente a los postes se emplearán cuatro grampillones galvanizados; mientras que para anclar el hilo necesitaremos un grampillon por hilo, como se ha comentado anteriormente serán tres hilos de alambre de espino galvanizado. Por lo tanto necesitamos siete grampillones por poste. Como, en total, tenemos 198 postes necesitaremos 1386 grampillones galvanizados.

Por último, cada poste de tensión necesita tres tensores debido al número de hilos. Por tanto, se necesitarán 33 tensores de carraca galvanizados y para unir dichos tensores a los postes se emplean 33 Tornillos bicromatados M5 de 100 mm.

Y en cuanto a la puerta será una puerta metálica de dos hojas, de 2 m de altura y 3 m cada hoja.

# **ANEJO 7: ESTABLECIMIENTO Y LABORES DE LA PLANTACIÓN**

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. ELECCIÓN DEL MARCO Y DENSIDAD DE PLANTACIÓN</b>	<b>1</b>
<b>3. PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>	<b>1</b>
<b>4. REPLANTEO</b>	<b>2</b>
<b>5. APERTURA DE HOYOS</b>	<b>3</b>
<b>6. TRANSPORTE</b>	<b>3</b>
<b>7. COLOCACIÓN DE LAS PLANTAS</b>	<b>3</b>
<b>8. RIEGOS DE APOYO EL PRIMER AÑO</b>	<b>4</b>
<b>9. REPOSICIÓN DE MARRAS</b>	<b>4</b>
<b>10. LABORES DE LA PLANTACIÓN (Reyna, 2011)</b>	<b>5</b>
10.1 PERIODO DE IMPLANTACIÓN	5
10.1.1 Laboreos	5
10.1.2 Riego	5
10.2 PERIODO DE COLONIZACIÓN	6
10.2.1 Laboreos	6
10.2.2 Riego	6
10.2.3 Poda	6
10.2.4 Abonados	6
10.3 PERIODO DE ASENTAMIENTO	7
10.3.1 Laboreos	7
10.3.2 Riego	7
10.3.3 Poda	7
10.3.4 Abonados	7
10.4 PERIODO DE EXPLOTACIÓN	7
10.4.1 Laboreos	7
10.4.2 Riego	8
10.4.3 Poda	8
10.4.4 Preparación de nidos	9
10.4.5 Recolección	9

## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se desarrollan las distintas labores necesarias para el establecimiento y las labores de la plantación de la forma más adecuada posible, así como la obtención de las plantas y su correcta colocación sobre el terreno.

Se parte de las opciones seleccionadas en el anejo 4 de alternativas, es decir:

- Tipo de cultivo: trufero
- Sistema de cultivo: monocultivo
- Especie simbiote: *quercus ilex L. subsp. rotundifolia*
- Especie huésped: *tuber melanosporum vitt.*
- Densidad y marco de plantación: densidad media (350-400 plantas/ha) y marco de plantación 5x5 metros
- Época de plantación: 1ª/2ª semana de marzo
- Método de plantación: en cepellón
- Apertura de hoyos: ahoyado manual

## 2. ELECCIÓN DEL MARCO Y DENSIDAD DE PLANTACIÓN

Como ya se ha justificado en el anejo 4 de alternativas, se ha optado por una densidad media con un marco real de 5x5 ya que facilitan la mecanización y no producen áreas de sombra continuas, con una orientación de Norte-Sur para que reciban la máxima insolación del suelo (Reyna, 2011), por tanto la densidad será de 400 plantas/ha. Además dicha elección nos permite recuperar la inversión en un menor tiempo y nos otorga una elevada productividad.

## 3. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Con la preparación del terreno se pretende dejar el suelo en las condiciones óptimas para poder llevar a cabo todos los procesos necesarios para el correcto desarrollo de las plantas.

- Minimizar al máximo la influencia de otras raíces sobre nuestro terreno (García, 2015).
- Remover, mullir e igualar el suelo para airearlo, aumentar su capacidad de retención de agua y facilitar las fases siguientes a la plantación (Placed, 2014).
- Mejorar y facilitar el desarrollo del sistema radicular durante los primeros años de la plantación, que son de vital importancia para el futuro de la plantación.

La preparación previa a la plantación conlleva un trabajo profundo del suelo que requiere de tres labores fundamentales:

-Arado de vertederas: En primer lugar se pasará el arado de vertederas a una profundidad de intervención que permita la aireación y la circulación del agua de lluvia hasta las capas profundas (Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 2022).

Al partir de un cultivo anterior como el cereal es aconsejable realizar una labor de desfonde con arado de vertedera a unos 40-50 cm de profundidad, preferiblemente tras las primeras lluvias de otoño, así los hielos de invierno meteorizan los terrones y el suelo quedará mejor para la siguiente labor ( Reyna, 2011).

- Subsulado pleno: Esta labor conviene realizarla algún mes previo a la plantación, por tanto como la plantación se realizará en Marzo se llevará a cabo durante la primera quincena de octubre para evitar las heladas, el subsulado se realizará una profundidad aproximada de 80 cm (Placed, 2014) y consiste en realizar unas pasadas perpendiculares a las realizadas en el subsulado lineal, para colocar las plantas en las intersecciones generadas, permitiendo así un mejor desarrollo del sistema radicular de la planta (Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 2022).

- Cultivador: Se empleará un cultivador con sistema de regulación de profundidad o las gradas de disco, procurando no superar los 20 cm de profundidad en los dos primeros años, para posteriormente en los años siguientes ir reduciendo progresivamente dicha profundidad hasta no superar los 10 cm, con el objetivo de mullir y airear la capa de tierra arable y eliminar las malas hierbas.

#### **4. REPLANTEO**

El replanteo de la plantación se realizará mediante la ayuda de un tractor agrícola con GPS y un rejón, para determinar la ubicación exacta de los árboles (Franco et al, 2018).

El replanteo se llevará a cabo marcando primero las líneas en una dirección con una separación entre ellas de 5 m, para posteriormente efectuar las filas en dirección perpendicular a las anteriores, situadas, asimismo, a 5 m de distancia.

En los puntos de intersección de ambas familias de líneas se realizarán los correspondientes hoyos para ubicar la planta; con el marco de plantación seleccionado 5 x 5 m habrá un total de 469 hoyos en la parcela.

Se ha previsto dejar una distancia desde el límite de la parcela a los árboles de 5 m. Esto nos permitirá colocar a 2 m del último árbol el correspondiente microaspersor, y dejar todavía una distancia de 3 m para posibilitar el acceso de la maquinaria agrícola.

Esta operación se llevará a cabo cuando el terreno ya esté preparado, mullido y alisado con las labores complementarias. Se realizará sobre la tercera/cuarta semana de febrero.

## **5. APERTURA DE HOYOS**

Tras la realización del replanteo, se deberá llevar a cabo la apertura de los hoyos en los lugares marcados con anterioridad.

Dado que la parcela se encontrará en las condiciones idóneas para trabajarlo tras la preparación del terreno, se ha optado por realizar el ahoyado manual, como bien se indica en el anejo 4 de alternativas, debido a que la parcela es de pequeño tamaño y no se necesita de gran profundidad para colocar el cepellón.

La dimensión de los hoyos será de alrededor de 30 x 30 cm, al no tratarse de hoyos excesivamente profundos, como pueden ser el caso de los utilizados en algunos frutales, la forma manual es la más apropiada, evitando así la compactación del terreno por las máquinas ahoyadoras (Casas, 2018).

## **6. TRANSPORTE**

Los viveros que nos proporcionarán la planta serán viveros autorizados, de tal forma que obtengamos un material vegetal sano y con garantía de micorrización con *Tuber melanosporum*.

En nuestro caso para realizar la plantación serán necesarias 469 plantas. Sin embargo, teniendo en cuenta las posibles marras que se produzcan en el primer año, se solicitará al vivero un 2% más, es decir, en total 479 plantas.

El vivero seleccionado se localiza en la calle Zaragoza 8, en Sarrión, se encuentra a 22,3 km de distancia con respecto al pueblo más cercano a la parcela (Alcotas). Por tanto la distancia del trayecto sin tráfico es de entre 25/30 minutos en coche.

Para el trayecto del vivero a la plantación se debe proteger a los plantones de la desecación causada por las posibles altas temperaturas o por el viento mediante una lona que los cubra.

Cuando recibamos las plantas del vivero, es conveniente confirmar la adecuada micorrización con personal especialista en el tema y ver que la planta se encuentra en condiciones de hidratación y aireación adecuadas, así como asegurarse de que no presentan agentes patógenos que puedan dañar la plantación. Además, cada planta deberá ser suministrada con cepellón en un envase de 450 c.c. y su correspondiente certificado de micorrización.

## **7. COLOCACIÓN DE LAS PLANTAS**

La colocación de las plantas se llevará a cabo entre la primera y segunda semana de marzo.

Es de vital importancia que la planta se lleve al campo bien regada, pero tampoco en exceso ya que dificultará la extracción del contenedor al deshacerse el cepellón.

La planta se distribuirá por la parcela para agilizar la labor de plantación. Al realizarse de forma correcta la preparación del terreno, el terreno se encontrará mullido y esto provocará que con 3 o 4 golpes de azada se abra el hoyo con facilidad.

Se extrae la planta del contenedor con delicadeza para que no se nos deshaga el cepellón y se colocan las plantas en los hoyos y se tapan con la propia tierra restante del hoyo. Una vez tapada la planta correctamente se presiona la parte externa de la tierra para evitar bolsas de aire. Posteriormente, se realiza un alcorque de 50 cm de diámetro para poder incorporar agua, y se le aplica un primer riego de 5 l de agua para que la planta se asiente y adecue al terreno (Reyna, 2011).

Durante los primeros años de la plantación la planta se cubrirá de tubos protectores de 60 cm, para guiar el crecimiento y evitar el daño producido por el ganado y la fauna de la zona o para protegerlas del frío.

## **8. RIEGOS DE APOYO EL PRIMER AÑO**

Una vez que empiezan a formarse los primordios (abril-mayo), se requiere una cierta humedad en el suelo para no perjudicar el desarrollo de las trufas, aportado en forma de lluvia o mediante riegos esporádicos.

Los requerimientos hídricos de una plantación van a ser distintos dependiendo de la edad de la misma: En el primer verano, los aportes de agua servirán para afianzar la supervivencia de las plantas (riego de apoyo). Durante estos meses se han de aportar del orden de unos 10 a 15 l por planta en cada riego (Franco et al, 2018).

La incorporación de agua nunca deberá excederse, debiendo dejarse siempre periodos secos para fomentar en la planta la emisión de raíces en profundidad para captar el agua de los estratos profundos y asegurar el arraigo.

Nunca la sequía deberá sobrepasar los 25 días sin riego ni lluvias.

Por tanto se necesitará regar, pero siempre teniendo en cuenta que la planta debe endurecerse y acostumbrarse a la sequía (Reyna, 2011).

## **9. REPOSICIÓN DE MARRAS**

Como en todas las plantaciones, existe un bajo porcentaje de que las plantas al transplantarse mueran por no adaptarse correctamente a las nuevas condiciones del terreno u otros factores.

Por tanto, teniendo en cuenta las muertes en una plantación trufera donde la plantación se realiza de forma correcta se estima un porcentaje de 2% - 3% (López, 2018).

La reposición de marras se realizará del mismo modo que el efectuado en la plantación inicial. Se llevará a cabo en las mismas fechas del próximo año para que no se produzca un desfase en su desarrollo con respecto a las plantas arraigadas inicialmente.

Por lo tanto se considera que se deberán reponer 9-10 plantas, siendo éste un rango variable dependiendo de las condiciones durante el año de plantación.

## **10. LABORES DE LA PLANTACIÓN** (Reyna, 2011)

Una vez establecida la plantación es necesario tener un mantenimiento óptimo a lo largo de su vida, para poder sacar la máxima rentabilidad posible de la plantación trufera. Este mantenimiento se lleva a cabo en cuatro etapas distintas: Periodo de implantación, periodo de colonización, periodo de asentamiento y periodo de explotación.

### **10.1 PERIODO DE IMPLANTACIÓN**

Este periodo comprende del año 0 al año 3 de la plantación, durante este periodo se deben hacer escardas poco profundas a mano con azada las veces que sea necesario para mantener el entorno de la planta limpio de malas hierbas y retener la humedad en el suelo. Cuando la planta sobrepase el tubo protector colocado en el primer año es conveniente quitarlo con precaución para que no se tumbe debido a la altura excesiva en relación al grosor del tallo.

#### **10.1.1 Laboreos**

Se deben hacer las labores que sean necesarias para mantener la humedad en el suelo y controlar las malas hierbas hasta que la planta tenga la suficiente fuerza como para no verse comprometida.

Por tanto, se realizarán de 2 a 4 pases durante la primavera a una profundidad de 15 cm, iniciándose en la segunda quincena de marzo. También se dará uno o dos pases durante el otoño para facilitar la entrada de las aguas otoñales en el perfil del suelo.

#### **10.1.2 Riego**

Se realizarán riegos de apoyo para afianzar la planta, debiendo dejarse siempre periodos secos para fomentar en la planta la emisión de raíces en profundidad para captar el agua de los estratos profundos y asegurar el arraigo.

## **10.2 PERIODO DE COLONIZACIÓN**

Este periodo comprende de los 4 a 8 primeros años de la plantación, y en él se produce la extensión del micelio en el suelo y la proliferación de micorrizas de trufa en el sistema radical.

En este periodo se busca mantener lo máximo posible las condiciones naturales del terreno para reducir la aparición de otras micorrizas.

### **10.2.1 Laboreos**

Se realizarán de 1 a 3 pases preferiblemente en primavera para mantener la sazón y evitar la aparición de malas hierbas, estas labores no deberán pasar de los 20 cm de profundidad para dicha labor se empleará un cultivador de golondrina o las gradas de disco.

También se hará un pase de cultivador en los meses de otoño, con las mismas características que el de primavera.

### **10.2.2 Riego**

Los riegos deben ser los mínimos imprescindibles, ya que en esta época si el riego no es el adecuado la planta micorrizará con otro hongo.

Por tanto los riegos se aplicarán cada tres semanas desde el mes de marzo hasta el mes de julio si tenemos un déficit hídrico considerable. En los meses de agosto, septiembre y octubre no se aplicarán riegos salvo sequía extrema con la finalidad de fortalecer a la planta generándole un periodo de estrés hídrico. Durante esta época de colonización, los riegos deben ser aportados cuando exista un déficit hídrico superior a 5 l/m<sup>2</sup> y nunca se aportará la totalidad del déficit, sino que se mantendrá un poco de estrés.

La instalación del sistema de riego no es aconsejable hasta la aparición de los quemados ya que nos obligará a realizar continuas labores de rajea para eliminar las malas hierbas. Como los riegos en la zona tampoco son muy elevados en cantidad y volumen de agua se podrá regar con una cuba acoplada a un tractor regando los alcorques con una manguera y retrasando la inversión en el sistema de riego.

### **10.2.3 Poda**

Se llevarán a cabo podas anuales ligeras de formación para evitar el crecimiento de rebrotes de base. Las heridas de poda deberán tratarse con masilla o pintura fungicida para evitar la entrada de hongos de pudrición en el fuste.

### **10.2.4 Abonados**

Los abonados no son recomendables para el establecimiento del *Tuber melanosporum*.

## **10.3 PERIODO DE ASENTAMIENTO**

En este periodo la trufa ha alcanzado una masa crítica de micelio y micorrizas y está comprendido entre los 4-8 años en que aparecen los quemados y los 10-12 en que la plantación comienza progresivamente a entrar en producción.

### **10.3.1 Laboreos**

Una vez han aparecido los quemados en las plantas los laboreos se van haciendo más innecesarios, ya que el propio desarrollo del micelio será el que impida el crecimiento de malas hierbas. Por lo tanto deberá interrumpirse el laboreo en los quemados y si se realiza no se deberá profundizar más de 10 cm. El laboreo para eliminar las malas hierbas entre calles se podrá seguir haciendo en primavera tras acabar la época de recolección a finales de marzo.

### **10.3.2 Riego**

El riego en el periodo de asentamiento deberá ir variando progresivamente desde el periodo de colonización al periodo de explotación para que la planta no se encuentre siempre en las condiciones más favorables, ya que esto podría suponer una disminución de la producción.

### **10.3.3 Poda**

Se realizarán podas anuales ligeras de formación con el objetivo de conducir a la planta hacia portes arbóreos que permitan la insolación y aireación del suelo. Las heridas deberán protegerse correctamente.

### **10.3.4 Abonados**

Los abonados no son recomendables para el establecimiento del *Tuber melanosporum*.

## **10.4 PERIODO DE EXPLOTACIÓN**

Es un periodo que comienza en el 10-12 año en el que la plantación se encontrará en una fase de plena producción.

### **10.4.1 Laboreos**

El laboreo mal realizado tiene el riesgo de dañar el micelio extendido por el suelo y de las micorrizas más superficiales, por lo que hay que tener mucho cuidado. El laboreo permite:

- Eliminar la vegetación que compite con el micelio de la trufa y con la encina por agua y nutrientes.

- Mantener la esponjosidad del suelo para facilitar la aireación y la oxigenación y permeabilidad del agua de lluvia.
- Mejorar la capacidad de retención de agua del suelo.
- Evitar la pérdida de agua por evapotranspiración.
- Mejorar la infiltración del agua de lluvia en el suelo.

La profundidad del laboreo será de 10 cm donde todavía crece vegetación, para ello se pueden emplear un cultivador de golondrinas, pero cada vez es más frecuente el uso de cultivadores con un limitador de profundidad, que consiste en un rodillo intercalado que impide que el apero profundice más de 10 cm.

Y el laboreo se realizará una única vez al terminar la campaña de recolección, para retener las lluvias de primavera aprovechando que la actividad vegetativa apenas ha comenzado para el año siguiente.

#### **10.4.2 Riego**

La plantación se regará mediante un sistema de riego por microaspersión instalado en el año 7-8 de la plantación. La cantidad de riego está detallado en el “anejo 8 de diseño agronómico” y el microaspersor seleccionado para las condiciones presentes en la zona donde se llevará a cabo la plantación.

#### **10.4.3 Poda**

Las podas de formación permiten que el árbol adquiera forma de cono invertido con la base del tronco, para permitir la entrada de los rayos de sol.

La época más adecuada para llevar a cabo las podas es a final de la campaña de recolección, cuando la actividad vegetativa del árbol se encuentra detenida, la intensidad de las podas debe ser muy baja para evitar desequilibrios nutricionales y fisiológicos que pudieran afectar las micorrizas.

Del año 10 al 20 las podas se realizarán cada 2 años, mientras que a partir de los 20 años las podas se realizarán con una frecuencia de 3 a 5 años.

Los objetivos de dichas podas son:

- Permitir la insolación y aireación del quemado.
- Permitir un crecimiento equilibrado del árbol.
- Evitar la invasión del quemado por rebrotes de cepa y raíz.
- Llevar un control de la espesura del árbol.

- Evitar un crecimiento excesivo en altura del árbol.

#### **10.4.4 Preparación de nidos**

La apertura de pozos para realizar los nidos se comenzarán a realizar sobre el año 6-8 cuando se estima que la plantación comience a entrar en producción. Con esto se busca potenciar los micelios y micorrizas en los árboles truferos, los nidos aumentan la profundidad a la que salen las trufas, lo que les permite estar menos expuestas a daños producidos por heladas, animales y la infestación de *Lioides* y es más improbable que sufran una maduración irregular o imperfecta. Al realizar el nido, se crea una discontinuidad abrupta en la interfaz suelo / sustrato que podría favorecer la formación de primordios (Morcillo, 2021).

Consisten en nidos de 20 cm de diámetro y 20 cm de profundidad rodeando el árbol, se comienzan haciendo nidos próximos al árbol a unos 40 cm del tronco y a medida que completamos todo el diámetro del árbol nos vamos alejando del árbol.

La mezcla para los nidos contiene 2 g de trufa madura con agua destilada y 80 ml de vermiculita. Se introduce la mezcla, se cubre el hoyo con turba y se tapa con la propia tierra con la que se ha abierto el agujero, es importante hacer un montículo en los nidos para que sea fácilmente detectable a la hora de labrar para no acercarse y dañarlos.

#### **10.4.5 Recolección**

La recolección se realizará desde finales del mes de noviembre hasta finales del mes de marzo cuando se termina la campaña. Para poder localizarla y extraerla se necesitará de un perro adiestrado propiedad del promotor.

Una vez el perro localiza la trufa rasca la zona exacta donde se encuentra, tras esto el trufero abre el agujero en el terreno marcado por el perro y extrae la trufa con el machete cuidadosamente para no partirla y se recompensará al perro mediante alimento.

Una vez extraída se añade lo mismo que en los nidos y se tapa con la tierra extraída al abrir el terreno.

Esta operación se repetirá una vez cada semana o diez días durante el periodo de recolección, ya que acortar el tiempo de recolección solo supondrá la extracción de trufas inmaduras. (Reyna, 2011).

# **ANEJO 8: DISEÑO AGRONÓMICO**

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. NECESIDADES HÍDRICAS DE LA PLANTACIÓN</b>	<b>1</b>
2.1 EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO	2
2.2. MARCO DE PLANTACIÓN	3
2.3. MICROASPERSOR SELECCIONADO	3
<b>3. TURNO DE RIEGO</b>	<b>5</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen del déficit hídrico mensual y anual

Tabla 2. Riegos corregidos con la eficiencia del sistema de riego

Tabla 3. Capacidad de infiltración del terreno

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de microaspersor

Figura 2. Características de los diferentes modelos de microaspersores

## 1. INTRODUCCIÓN

El sistema de riego es un factor clave para aumentar la rentabilidad de la parcela y mejorar la calidad de la producción.

Para ello, se realiza un estudio de las necesidades hídricas de nuestra plantación apoyándonos en los datos climáticos extraídos del anejo 2 de climatología.

Y se justificará la elección del microaspersor que se empleará para optimizar el agua.

El agua de riego para la plantación se extraerá de un pozo a 1,7 km de distancia de la plantación que se encuentra en el interior de otra plantación trufera del propietario.

## 2. NECESIDADES HÍDRICAS DE LA PLANTACIÓN

La necesidad hídrica de un cultivo es la cantidad de agua que se requiere para satisfacer la tasa de evapotranspiración, para que el cultivo se pueda desarrollar correctamente (Agriculturers, 2016).

Por tanto la suma de la evaporación y la transpiración se conoce como evapotranspiración ( $ET_c$ ) la cual varía en función del clima, las características del cultivo, las prácticas de manejo y el medio de desarrollo, por lo tanto el conocimiento preciso de la  $ET_c$  es una herramienta fundamental que contribuye con una adecuada gestión de los recursos hídricos y con la mejor en la productividad del cultivo (Cenicaña, 2015).

Por tanto para la mayoría de los cultivos, la  $ET_c$  se estima a partir del enfoque del coeficiente del cultivo ( $K_c$ ), como el producto de una evapotranspiración del cultivo de referencia ( $ET_o$ ) y el coeficiente del cultivo.

$$ET_c = ET_o \cdot K_c$$

Donde:

- $ET_o$ : Evapotranspiración de un cultivo de referencia, calculada a partir de variables climáticas de la zona.

- $K_c$ : coeficiente del cultivo, expresa la relación entre la Evapotranspiración real,  $ET_r$ , y la Evapotranspiración de referencia,  $ET_o$ . Puede obtenerse de tablas de recomendación publicadas por numerosos autores.

En el ámbito de la truficultura el cálculo de las necesidades de agua mediante el diseño agronómico anteriormente citado, teniendo en cuenta el  $K_c$ , no tiene mucho sentido, ya que se trata de un cultivo en el que no se busca la producción de frutos en el árbol, sino que se produce trufa, fruto de la simbiosis con *Tuber melanosporum* Vitt. y el árbol, por lo que las necesidades de riego son diferentes, no existiendo estudios concluyentes sobre el valor  $K_c$  (Casas, 2018).

Durante el período de producción los meses de julio y agosto hay que aportar a la trufera (entre lluvia y riegos) del orden de entre 100 y 120 mm. Durante este periodo de tiempo puede haber espacios de entre 15 y 20 días de sequía absoluta, pero nunca se deben sobrepasar los 25 días (Franco et al, 2018).

Por tanto se recomiendan riegos cada 10-15 días que sumen junto con las precipitaciones 60 mm los meses de mayo y septiembre, 50 mm el mes de julio para endurecer la planta y 70 mm en junio y agosto, ya que son los meses con mayores temperaturas.

En la siguiente tabla se recoge la precipitación media de 2016-2021 de El Toro, situado a 1000 m de altitud y el requerimiento hídrico de cada mes para saber el déficit de agua.

Tabla 1. Resumen del déficit hídrico mensual y anual

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total (mm)
Precipitación media (mm)	42,3	44,5	36,4	58,1	45,4	226,7
Requerimiento hídrico (mm)	60	70	50	70	60	310
Déficit hídrico (mm)	-17,7	-25,5	-13,6	-11,9	-14,6	83,3

Por tanto, el mes con mayor déficit hídrico es Junio, y el déficit de agua total en los meses de mayores temperaturas es de 83,3 mm.

En el resto de meses solo se hará uso del sistema de riego si se dan unas condiciones ambientales que puedan dañar gravemente a la planta, ya que hacer un uso excesivo de los riegos provocará un debilitamiento de la planta frente a épocas de menor agua.

A continuación se calculan las necesidades totales de los meses teniendo en cuenta la eficiencia del sistema de riego y las pérdidas por evaporación.

## 2.1 EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO

La cantidad de agua que se deberá aportar mediante riego en la plantación será el déficit representado en la tabla 1 aplicando factores de corrección para compensar la eficiencia del riego por microaspersión.

Para este cálculo se utilizará el caso más desfavorable, que en este caso es 25,5 mm/mes.

La eficiencia del riego por microaspersión se estima en un 85%, produciendo unas pérdidas de entre el 15% (Liotta).

$$N_t = N_n / E_a$$

Donde:

$N_t$  = Necesidades totales

Nn = Necesidades netas

Ea = Eficiencia del riego que incluye los efectos de pérdidas debidas a percolación, evaporación desde el chorro y arrastre del mismo por el viento y falta de uniformidad en la aplicación.

$$Nt = 25,5 \text{ mm} / 0,85 = 30 \text{ mm}$$

Tabla 2. Riegos corregidos con la eficiencia del sistema de riego

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
Precipitación media (mm)	42,3	44,5	36,4	58,1	45,4	226,7
Requerimiento hídrico (mm)	60	70	50	70	60	310
Déficit (mm)	-20,82	-30	-16	-11,9	-14	92,72

Por tanto en el mes de máximas desfavorables se realizarán riegos cada 15 días (2 al mes) con una dosis de riego de 15 mm.

## 2.2. MARCO DE PLANTACIÓN

El marco de riego seleccionado para la colocación de los microaspersores es de 5x5 m, se ha decidido que la mejor opción es colocar el emisor del microaspersor en el centro a una distancia de 2,5 metros entre árboles.

## 2.3. MICROASPELADOR SELECCIONADO

Debido a que el marco de plantación en nuestra parcela es de 5x5, se ha decidido que los microaspersores se coloquen entre los dos árboles a una separación de 2,5 m de ambas plantas, siguiendo la línea en la que se encuentran las plantas, por lo que la distancia entre microaspersores será de 5 metros. No se colocan junto al tronco para que haya un mayor reparto del agua y no le impacte directamente al tronco el microaspersor (Ruiz, 2017).

En el sistema de riego por microaspersión, el solape adecuado se encuentra entre el 70-100% esto quiere decir que el alcance del microaspersor deberá estar entre 0-30 % menor que el radio que se necesita regar, por lo tanto el alcance aproximado que deberá tener el microaspersor será de entre 3,5 y 5 m para lograr un solape de riego adecuado.

La textura de la parcela se corresponde con la textura franca como se analiza en el anejo 3 de estudio del suelo, por lo tanto la capacidad de absorción del terreno según infioriego se corresponde con un rango entre 7 y 12 mm/h.

Tabla 3. Capacidad de infiltración del terreno (Fuente inforiego)

Textura del suelo	mm de agua infiltrado por hora
Arenoso	12 - 25
Franco-arenoso	8 - 12
<u>Franco</u>	<u>7 - 12</u>
Franco-limoso	7 - 10
Franco-arcilloso	6 - 8
Arcilloso	2 - 5

A la hora de elegir el microaspersor, éste tendrá una capacidad de aspersion inferior a 12 mm/h, para evitar problemas de escorrentía.

Por tanto el microaspersor elegido pertenece a la marca comercial Regaber u otro de características técnicas similares, el modelo Supernet™, el cual se corresponde con un microaspersor auto-compensante de Netafim™ con un mecanismo de regulación de caudal, que garantiza la misma cantidad de agua y nutrientes por árbol y con una distribución uniforme, independientemente de la presión de entrada y la topografía de la parcela (Fernandez, 2015).



Figura 1. Modelo de microaspersor (Fuente regaber)

Sus características son (Fernandez, 2015):

- Flujo del Flujo del microaspersor microaspersor regulado.
- Mecanismo regulador que permite el riego uniforme independientemente de las presiones de entrada al microaspersor.
- Cada planta recibe la misma cantidad de agua y nutrientes, incluso cuando se producen variaciones significativas de incluso cuando se producen variaciones significativas de topografía.

- Sistema de autolimpieza, durante todo el tiempo de riego.

Permite la adaptación del riego durante las distintas fases de desarrollo del árbol (Fernandez, 2015):

-Una etapa con el deflector para concentrar toda el agua en la zona que rodea el árbol durante su primera parte del crecimiento.

-Segunda etapa cuando el árbol crece, el deflector es roto, lo que permitirá el riego de diámetro mayor.

Se emplea LR (8 metros de diámetro de alcance) con un color de bailarina negra para un caudal nominal de 110 l/h de boquilla roja y con ganchos superiores Everspin™ con Zafiro, para ser utilizado en todos los micro-aspersores SuperNet™ para mejorar el desgaste cuando se trabaja con aguas sucias (Fernandez, 2015).

Caudal nominal	Color	Ø boquilla	Rango Presión	Largo alcance LR		Corto alcance SR		Posición invertida UD			
				Diámetro mojado (m) 20 cm sobre el suelo		Diámetro mojado (m) 20 cm sobre el suelo		Diámetro mojado (m)	Bailarina		
				LR	LRD	Color	SR	SRD	Color	UD	Color
20	Violeta	0.89	1.5 - 4.0	4.5	1.5	Violeta	2.5	1.8	Azul	-	-
30	Marrón	1.14	1.5 - 4.0	6.0	1.5	Violeta	3.5	1.8	Azul	6.0	Verde
35	Celeste	1.20	1.5 - 4.0	6.0	1.5	Violeta	3.5	1.8	Azul	6.0	Verde
40	Azul	1.28	1.5 - 4.0	6.0	1.5	Violeta	3.5	1.8	Azul	6.0	Verde
50	Verde	1.43	1.5 - 4.0	7.0	1.5	Negra	4.5	1.8	Azul	6.0	Verde
58	Gris	1.55	1.5 - 4.0	7.0	1.5	Negra	4.5	1.8	Azul	6.0	Verde
70	Negra	1.73	1.5 - 4.0	7.0	2.0	Negra	5.0	1.8	Azul	6.0	Verde
90	Naranja	1.74	1.5 - 4.0	7.0	2.0	Negra	5.0	2.0	Azul	-	-
110	Rojo	1.70	2.0 - 4.0	8.0	2.0	Negra	6.5	2.0	Azul	-	-

Figura 2. Características de los diferentes modelos de microaspersores

El microaspersor tiene un alcance de 4 metros de radio de alcance y la distancia entre microaspersores es de 5 metros. Por lo que el solape es  $4/5 \cdot 100 = 80\%$ . Por lo tanto, presenta un solape adecuado para la plantación trufera.

### 3. TURNO DE RIEGO

La pluviometría de un caudal nominal de 110 l/h, para el marco de riego de la parcela 5x5 es:

$$P_{media} = q_a / S_{diseño} = 110 / 5 \times 5 = 4,4 \text{ mm/h}$$

Donde:

q<sub>a</sub> - caudal neto del aspersor (l/h)

Sd - Superficie de diseño (m<sup>2</sup>)

Como 4,4 mm/h es un valor inferior a la capacidad de infiltración del terreno para un suelo franco (7-12 mm/h) el microaspersor seleccionado es válido.

Los turnos de riego se realizarán cada 10-15 días siempre variando la cantidad de riego dependiendo de las precipitaciones.

Nt= 30 mm en el mes más exigente

Para aportar los 30 mm/mes en el mes más exigente se darán dos riegos:

Cantidad de agua necesaria para un riego (mm) = Nt (mm) / nº de riegos al mes

$$30 \text{ mm/mes} / 2 \text{ riegos/mes} = 15 \text{ mm para cada riego}$$

Por tanto, el tiempo necesario para completar el riego en toda la parcela se calcula dividiendo los mm de agua necesarios en cada riego, entre la cantidad de mm/h que aporta cada uno de los microaspersores.

Tiempo de riego (h) = Necesidades de riego (mm) / Pluviometría media (mm/h)

$$Tr = 15 \text{ mm por riego} / 4,4 \text{ mm/h} = 3,41 \text{ h/riego}$$

# **ANEJO 9: DISEÑO HIDRAÚLICO**

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO</b>	<b>1</b>
2.1 DISEÑO DE LAS SUBUNIDADES	1
2.2 DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES	2
2.2.1 Variación máxima de presión en la subunidad	2
2.2.2 Dimensionado del lateral	3
2.2.2.1 Pérdida de carga total del lateral	3
2.2.2.2 Variación de presión máxima del lateral	4
2.2.2.3 Presión necesaria al inicio del lateral	5
2.2.3 Dimensionado de la terciaria	5
2.2.3.1 Máxima variación de presión de la terciaria	5
2.2.3.2 Pérdida de carga admisible para la terciaria	6
2.2.3.3 Dimensionado del diámetro de la terciaria	6
2.2.3.4 Pérdida de carga total de la terciaria	7
2.2.3.5 Presión necesaria en la cabeza de la subunidad	7
2.2.3.6 Mediciones de las subunidades	8
2.3 DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED DE TRANSPORTE	8
2.3.1 Dimensionado de la red de transporte	9
2.3.1.1 Caudales circulantes	9
2.3.1.2 Diámetro teórico mínimo	9
2.3.1.3 Dimensionado de la red primaria y secundaria	10
<b>3. SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>10</b>
3.1 PÉRDIDA DE CARGA DE LOS TRAMOS	11
3.2 NUDO MÁS DESFAVORABLE (NMD)	11
3.3 CAUDAL Y ALTURA DE BOMBEO	12
3.4 POTENCIA HIDRÁULICA DE LA BOMBA	12
3.5 ELECCIÓN DE LA BOMBA	12
3.6 GRUPO ELECTRÓGENO	14
<b>4. PUNTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE RIEGO</b>	<b>15</b>
<b>5. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>15</b>
<b>6. CABEZAL DE RIEGO</b>	<b>15</b>
6.1 SISTEMA DE FILTRADO	15
6.2 MANÓMETROS	17
<b>7. CASETA DE RIEGO</b>	<b>17</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Características del microaspersor seleccionado
- Tabla 2. Coeficiente F de Christiansen en función del número de derivaciones
- Tabla 3. Pérdidas de carga totales de los laterales de cada subunidad
- Tabla 4. Variación de presión máxima del lateral
- Tabla 5. Presión necesaria al inicio del lateral
- Tabla 6. Variación de Presión Máxima en la Terciaria
- Tabla 7. Pérdida de Carga Admisible para la Terciaria
- Tabla 8. Diámetro Mínimo Teórico de las Terciarias
- Tabla 9. Diámetro Comercial PVC PN 6 (Norma UNE-EN 1452)
- Tabla 10. Pérdida de Carga Total de la Terciaria con Diámetro Comercial
- Tabla 11. Presión necesaria al inicio de la terciaria
- Tabla 12. Parámetros hidráulicos obtenidos de cada subunidad
- Tabla 13. Caudal circulante en cada línea
- Tabla 14. Diámetro interior comercial
- Tabla 15. Caudal circulante máximo en las líneas
- Tabla 16. Pérdidas de carga en los tramos
- Tabla 17. Déficit de presión en los nudos

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Esquema de distribución de subunidades
- Figura 2. Modelo seleccionado de la bomba
- Figura 3. Curvas características H-Q, rendimiento-Q y potencia caudal de la bomba elegida
- Figura 4. Esquema de las dimensiones de la bomba
- Figura 5. Comparativa entre el caudal de filtrado y la pérdida de carga
- Figura 6. Esquema de las dimensiones del filtro

## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se desarrollan los cálculos del dimensionado de las subunidades de riego por microaspersión, de la red de distribución, la optimización de su trazado y el diseño del cabezal de riego, de tal forma que se pueda aplicar el agua con uniformidad de emisión al cultivo. Para ello se van a seguir los siguientes pasos:

- Diseño y cálculo de las subunidades de riego.
- Diseño y cálculo de la red de transporte de agua de riego.
- Selección del sistema de bombeo.
- Elementos de regulación y control.
- Diseño del cabezal de riego

## 2. DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO

Una subunidad de riego es la superficie regada por un conjunto de laterales que toman el agua de una tubería terciaria común.

Para el diseño y el cálculo de las subunidades se consideran dos fases:

- Diseño de las subunidades: Se define la geometría y dimensiones de las subunidades presentes en la parcela.
- Dimensiones de las subunidades: Será necesario el para obtener los diámetros de los laterales y terciarias, calcular los caudales y presiones en el inicio.

### 2.1 DISEÑO DE LAS SUBUNIDADES

La plantación presenta un marco de plantación de 5x5 se colocará un lateral por cada fila de plantación y un emisor por pie, entre árbol y árbol.

El modelo de microaspersor seleccionado para el sistema de riego presenta las siguientes características:

Tabla 1. Características del microaspersor seleccionado (Fuente Regaber)

Caudal nominal	Boquilla	Diámetro de la boquilla	Rango de presión	Diámetro mojado	Bailarina
110 l/h	Roja	1,7 mm	2-4 bar	8 m	Negra

La parcela consta de 3 subunidades cuyo tamaño se va a ir adaptando al terreno, ajustando sus dimensiones en función del caudal disponible de riego y de la orografía de la zona la cual presenta muy poca pendiente.

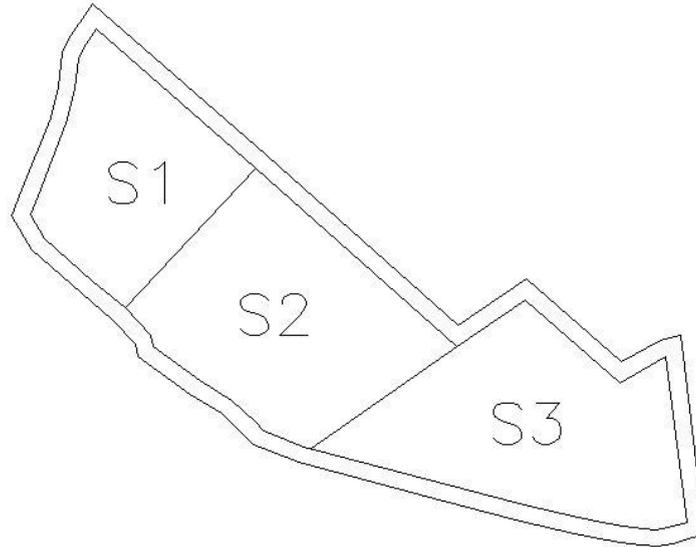


Figura 1. Esquema de distribución de subunidades

Las tuberías que se van a emplear en las subunidad en el lateral es Polietileno (PE), ya que este material puede instalarse al aire libre sin necesidad de ser enterrado mientras que el material de las terciarias será de PVC UNE EN 1451 el cual irá enterrado.

## 2.2 DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES

La parcela se ha dividido en 3 subunidades de tamaños similares, 2 subunidades irregulares ya que la forma de la subunidad no es rectangular, lo que supone que cada lateral presente una cantidad de microaspersores diferente y 1 regular con la misma cantidad de microaspersores por lateral.

Para simplificar el diseño, las subunidades se han calculado una a una suponiendo que son rectangulares y teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables, es decir con la longitud máxima del lateral.

### 2.2.1 Variación máxima de presión en la subunidad

Los emisores autocompensantes, lo son dentro de un rango efectivo de presiones. En este caso el microaspersor seleccionado presenta rangos de presión que oscilan entre 2-4 bar (20-40 mca).

Las tuberías de PE de baja densidad para laterales de microirrigación (Norma 53367, PN4). La tubería seleccionada soporta una presión máxima de servicio de 40 m.c.a, pero se considerará como valor máximo 30 m.c.a, por lo que a la presión máxima admisible ( $H_{max}$ )

le asignamos dicho valor. No se requiere de llegar a valores más altos, ya que las dimensiones de las subunidades son discretas y el desnivel es muy poco.

Sabiendo que la presión mínima de funcionamiento de la subunidad es 20 m.c.a. y que la presión máxima admisible dada por la tubería es 30 m.c.a.

$$\Delta H_{sub} = H_{max} - H_{min} = 30 - 20 = 10 \text{ m.c.a.}$$

Por tanto, la variación máxima de presión que se admitirá para el diseño de la subunidad es 10 m.c.a. que deberá repartirse entre lateral y terciaria.

## 2.2.2 Dimensionado del lateral

El dimensionado del lateral se va a realizar considerando un diámetro comercial para todos los laterales de DN 20 mm. Sabiendo este dato, se podrán calcular las pérdidas de carga reales del lateral y su diferencia de presión. Una vez calculada la diferencia de presión en el lateral, el sobrante se utilizará para el dimensionado de la terciaria.

### 2.2.2.1 Perdida de carga total del lateral

Para el cálculo de las pérdidas de totales en laterales, se aplica la fórmula de Blasius, que considera un régimen turbulento liso con una temperatura del agua de 20°C:

$$h_c = C \times F \times (L + n_e \times L_e) \times \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

Donde:

- C = Coeficiente en función de la temperatura.
- F = Coeficiente de Christiansen en función del número de derivaciones.
- L = Longitud total de la tubería, en metros.
- n<sub>e</sub> = Número de emisores por lateral.
- L<sub>e</sub> = Longitud equivalente, en metros.
- Q = Caudal en origen de la tubería, en l/h.
- D = Diámetro interior de la tubería, en mm.

Considerando una temperatura del agua es de 20°C se tiene un valor de C = 0,466

Para el Coeficiente de Christiansen F (1942), también existen tablas que determinan su valor en función del número de derivaciones. Se partirá de la peor de las condiciones para cada una de las subunidades, seleccionando el valor según corresponda.

Tabla 2. Coeficiente F de Christiansen en función del número de derivaciones

n	F
1	1
2	0,650
3	0,546
4	0,497

5	0,469
6	0,451
7	0,438
8	0,428
9	0,421
10	0,415
11	0,410
12	0,406
13	0,403
14	0,400
15	0,397
16	...

En el caso de la longitud de la tubería (L) también se parte de la opción más desfavorable, seleccionando aquella que dentro de la subunidad tenga una longitud mayor.

La longitud equivalente (Le) es una longitud ficticia de la tubería para la que se produce una pérdida de carga por rozamiento igual a la pérdida de carga localizada en la singularidad considerada. La longitud equivalente media es una propiedad intrínseca de cada emisor y de las condiciones hidráulicas de trabajo. Se ha considerado un valor medio de Le para todas las subunidades de 0,3 m.

El caudal en el origen de la tubería (Q), es el valor correspondiente al producto del caudal nominal del aspersor que es 110 l/h, por el número de aspersores totales de la derivación más larga. En cuanto al diámetro interior de la tubería ( $\varnothing_i$ ) tras analizar las diferentes opciones, se ha utilizado para todas las subunidades el  $\varnothing_i$  de 17,4 mm para los laterales, es decir un DN de 20 mm.

En la siguiente tabla de pueden ver las pérdidas de carga reales del lateral para cada subunidad:

Tabla 3. Pérdidas de carga totales de los laterales de cada subunidad

Subunidad	ne (Und)	Llat (m)	Le (m)	C	F	Q (l/h)	$\varnothing_i$ (mm)	hlat (m.c.a.)
1	14	65	0,3	0,466	0,403	1540	17,4	5,56
2	15	75	0,3	0,466	0,397	1650	17,4	6,74
3	13	60	0,3	0,466	0,406	1430	17,4	5,02

### 2.2.2.2 Variación de presión máxima del lateral

La máxima variación de presión que se produce en el lateral se calcula con la siguiente fórmula:

$$\Delta H_{lat} = h_{lat} + \Delta Z_{lat}$$

Donde:

-hlat = Pérdida de carga total del lateral (m.c.a).

-\Delta Zlateral = Desnivel del lateral (m).

Tabla 4. Variación de presión máxima del lateral

Subunidad	hlat (m.c.a.)	Llat. (m)	$\Delta Zlat$ (m)	$\Delta Hlat$ (m.c.a.)
1	5,56	65	-2,5	3,06
2	6,74	75	-2,52	4,22
3	5,02	60	-2,5	2,52

### 2.2.2.3 Presión necesaria al inicio del lateral

Para conocer la presión necesaria al inicio del lateral, se emplea la fórmula siguiente:

$$\frac{P_{o\ lat}}{\gamma} = \frac{P_{min\ asp}}{\gamma} + \beta \times hlat + \alpha \times \Delta Zlat$$

Donde:

- $P_{min\ asp} / \gamma$  = Presión mínima de trabajo del emisor (m.c.a.).
- $\alpha$  y  $\beta$  = Coeficientes adimensionales dados, en este caso como el emisor el autocompensante su valor es 1.
- hlat = Pérdida de carga total del lateral (m.c.a.).
- $\Delta Zlat$  = Desnivel de las laterales (m).

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Presión necesaria al inicio del lateral

Subunidad	$P_{min\ asp} / \gamma$ (m.c.a.)	hlat (m.c.a.)	$\Delta Zlat$ (m)	$P_{o\ lat} / \gamma$ (m.c.a.)
1	20	5,56	-1	24,56
2	20	6,74	-2,52	24,22
3	20	5,02	-2,5	22,52

Los valores obtenidos han sido todos comprobados mediante el programa Dimsb (Arviza, 2022), para confirmar la veracidad de los resultados.

## 2.2.3 Dimensionado de la terciaria

### 2.2.3.1 Máxima variación de presión de la terciaria

El sobrante de la variación de presión admisible en la subunidad, después del dimensionado del lateral, debe emplearse para el dimensionado de la terciaria. Sabiendo la máxima variación de presión que se produce en el lateral, se calcula la máxima variación de presión en la terciaria, que será el valor admisible para el dimensionado.

$$\Delta H_{ter} = \Delta H_{sub} - \Delta H_{lat}$$

Tabla 6. Variación de Presión Máxima en la Terciaria

Subunidad	$\Delta H_{sub}$ (m.c.a.)	$\Delta H_{lat}$ (m.c.a.)	$\Delta H_{ter}$ (m.c.a.)
1	10	3,06	6,94
2	10	4,22	5,78
3	10	2,52	7,48

### 2.2.3.2 Perdida de carga admisible para la terciaria

Sabiendo el desnivel en la terciaria ( $\Delta Z_{ter}$ ), la pérdida admisible ( $\Delta h_{ter}$ ) será:

$$\Delta h_{ter} = \Delta H_{ter} - \Delta Z_{ter}$$

Tabla 7. Pérdida de Carga Admisible para la Terciaria

Subunidad	$\Delta H_{ter}$ (m.c.a)	$L_{ter}$ (m)	$\Delta Z_{ter}$ (m.c.a)	$\Delta h_{ter}$ (m.c.a)
1	6,94	57,6	-0,81	7,75
2	5,78	55	0,94	4,84
3	7,48	66,4	0	7,48

### 2.2.3.3 Dimensionado del diámetro de la terciaria

Para calcular el diámetro de tubería que se va a colocar en las terciarias se parte de la fórmula de Blasius utilizada para el cálculo de las pérdidas totales en los laterales. Despejando el diámetro interior de la tubería (D) se obtiene un diámetro mínimo teórico compatible con la restricción de pérdidas de carga impuesta.

$$D = \left( C \times F \times K_m \times L \times \frac{Q^{1,75}}{h_{ter}} \right)^{1/4,75}$$

Donde:

- C = Coeficiente en función de la temperatura
- F = Coeficiente de Christiansen en función del número de derivaciones
- K<sub>m</sub> = Coeficiente mayorante fijado en 1,1.
- L = Longitud total de la tubería (m).
- Q = Caudal en origen de la tubería (l/h).
- D = Diámetro interior de la tubería (mm).

En el caso de longitud de la tubería (L), se considera que la alimentación a los laterales se va a producir por un extremo.

En la siguiente tabla se recogen los resultados de los diámetros mínimos teóricos que tienen que tener las tuberías terciarias para que no se produzca una pérdida de carga mayor a la considerada en los cálculos anteriores.

Tabla 8. Diámetro Mínimo Teórico de las Terciarias

Subunidad	n lat	L (m)	$\Delta h_{ter}$	Qi lat (l/h)	C	F	Km	Qter (l/h)	Di min (mm)
1	12	57,6	7,75	1540	0,466	0,406	1,1	13443,9	52,8
2	12	55	4,84	1650	0,466	0,406	1,1	19800	49,8
3	17	66,4	7,48	1430	0,466	0,393	1,1	13956,3	47,3

Una vez obtenido el diámetro mínimo teórico será necesario consultar las tablas de diámetros comerciales y seleccionar el inmediato superior del calculado. En este caso se ha seleccionado un tubo de PVC según la norma UNE-EN 1452 con una PN de 6 atm. En la siguiente tabla extraída de Turiego (o cualquier otra marca comercial similar) se muestran los diámetros nominales (DN), el espesor del tubo (e) y el diámetro interno (Di) de este tipo de tubos.

Tabla 9. Diámetro Comercial PVC PN 6 (Norma UNE-EN 1452)

DN (mm)	e (mm)	Di (mm)
50	1,8	46,4
63	2	59
75	2,3	70,4
90	2,8	84,4
110	2,7	104,6
125	3,1	118,8
140	3,5	133
160	4	152

#### 2.2.3.4 Pérdida de carga total de la terciaria

Una vez determinado el diámetro comercial se calculan las pérdidas de carga totales que se producen con la fórmula de Blasius tomando el valor del diámetro interno.

$$h_{ter} = C \times F \times Km \times L \times \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Representados en la siguiente tabla:

Tabla 10. Pérdida de Carga Total de la Terciaria con Diámetro Comercial

Subunidad	n lat	L (m)	C	F	Km	Qter (l/h)	Di min (mm)	DN (mm)	DNi (mm)	h <sub>ter</sub> (m.c.a.)
1	12	57,6	0,466	0,406	1,1	13443,9	52,8	63	59	0,78
2	12	55	0,466	0,406	1,1	19800	49,8	63	59	1,47
3	17	66,4	0,466	0,393	1,1	13956,3	47,3	63	59	0,93

#### 2.2.3.5 Presión necesaria en la cabeza de la subunidad

La presión requerida al inicio de la terciaria vendrá condicionada por el desnivel, por las pérdidas de carga de la terciaria y por la presión requerida al inicio del lateral, de esta forma:

$$\frac{Po\ ter}{\gamma} = \frac{Po\ lat}{\gamma} + \beta \times hter + \alpha \times \Delta Zter$$

Donde:

- Po lat /  $\gamma$  = Presión inicial necesaria en el lateral (m.c.a.).
- $\alpha$  y  $\beta$  = Coeficientes adimensionales dados, en este caso como el emisor el autocompensante su valor es 1.
- hter = Pérdida de carga total de la terciaria (m.c.a.).
- $\Delta Zter$  = Desnivel de la terciaria (m).

Tabla 11. Presión necesaria al inicio de la terciaria

Subunidad	Po lat / $\gamma$ (m.c.a.)	hter (m.c.a.)	$\Delta Zter$ (m)	Po ter / $\gamma$ (m.c.a.)
1	24,56	0,78	-0,81	24,53
2	24,22	1,47	0,94	26,63
3	22,52	0,93	0	23,45

### 2.2.3.6 Mediciones de las subunidades

En la siguiente tabla se recogen las mediciones de las subunidades. En ella aparece la longitud real del tubo a instalar, así como el caudal y la presión requerida en cada punto de consumo.

Tabla 12. Parámetros hidráulicos obtenidos de cada subunidad

Subunidad	Tubo	Material	DN (mm)	L (m)	Qi ter (l/h)	Pi ter (m.c.a.)
1	Lateral	PE	20	568		
	Terciaria	PVC	63	57,6	13443,9	24,53
2	Lateral	PE	20	840		
	Terciaria	PVC	63	55	13956,3	26,63
3	Lateral	PE	20	611		
	Terciaria	PVC	63	66,4	19800	23,45

## 2.3 DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED DE TRANSPORTE

La red de transporte (tuberías primarias y secundarias) en este caso, es la encargada de hacer llegar el agua desde los hidrantes hasta las tuberías terciarias. El trazado de esta red ha sido determinado en función de los datos previos de las subunidades y el punto de abastecimiento y almacenamiento del agua de riego.

Las tuberías a emplear en esta red serán de PVC, serán las mismas que en las terciarias e irán también enterradas. La normativa que rige la fabricación de este tipo de tubos es:

-UNE EN ISO 1452: Sistemas de Canalización en Materiales Plásticos para Conducción de Agua y para Saneamiento Enterrado o Aéreo con Presión. Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) PN 6.

## 2.3.1 Dimensionado de la red de transporte

### 2.3.1.1 Caudales circulantes

El primer paso consiste en el cálculo de los caudales circulantes por cada uno de los tramos de la red. Para ello, sector por sector se recorre la red en el sentido de la circulación del agua, determinando qué caudal circula por cada tramo o línea en el momento en el que el sector está activo. De esta forma se determina el caudal máximo que pasará por cada línea, y que será utilizado a efectos de cálculo. En la siguiente tabla, se pueden ver los caudales que circularán por cada tramo.

Tabla 13. Caudal circulante en cada línea

Líneas	Q circulante (l/h)
L1	47200
L2	47200
L3	47200
L4	47200
L5	33756
L6	13956

### 2.3.1.2 Diámetro teórico mínimo

Una vez calculados los caudales circulantes por línea, se procede al cálculo del diámetro teórico mínimo que debe tener cada tramo. Se ha realizado un estudio con distintas velocidades de circulación máxima y finalmente se ha optado por considerar un valor de  $V_{max}$  de 1,5 m/s, ya que era la opción que generaba menores pérdidas de carga.

$$Dt (m) = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V_{max}}}$$

Donde:

-Q = Caudal circulante máximo por línea, en  $m^3/s$ .

- $V_{max}$  = Velocidad máxima de circulación, en m/s.

Calculados los diámetros teóricos para todos los tramos que componen la red, se procede a seleccionar para cada uno de ellos el diámetro interior y nominal comercial de tal forma que se cumpla la siguiente restricción:

$$Di \text{ comercial} \geq Dt$$

En este caso se ha seleccionado un tubo de PVC fabricado según UNE EN 1.452, teniendo en cuenta una PN de 6 atm.

Tabla 14. Diámetro interior comercial

Líneas	Q circulante (l/h)	Q circulante ( $m^3/s$ )	Di (mm)	DN (mm)	Vmax (m/s)
L1	47200	0,013	-	-	1,19
L2	47200	0,013	-	-	1,19
L3	47200	0,013	-	-	1,19
L4	47200	0,013	105	125	1,19
L5	33756	0,0093	89	110	1,09
L6	13956	0,0039	58	63	1,42

Como podemos comprobar con las tuberías escogidas en ningún caso se rebasa la velocidad máxima de funcionamiento.

### 2.3.1.3 Dimensionado de la red primaria y secundaria

Por tanto, sabiendo los diámetros nominales comerciales se consideran las siguientes mediciones para la red primaria y secundaria:

Tabla 15. Caudal circulante máximo en las líneas

Líneas	Material	Longitud	Di (mm)	DN (mm)	Q circulante max (l/h)	Presión resultante en los nudos (m.c.a)
L1	PVC PN 6	2	-	-	47200	0
L2	PVC PN 6	0	-	-	47200	30,6
L3	PVC PN 6	0	-	-	47200	25,6
L4	PVC PN 6	20	105	125	47200	25,4
L5	PVC PN 6	65	89	110	33756	26,6
L6	PVC PN 6	100	58	63	13956	24,8

## 3. SISTEMA DE BOMBEO

Para determinar las características mínimas del equipo de bombeo, es necesario conocer el caudal máximo que se va a bombear y la altura manométrica de la bomba. Para ello se necesita saber cuál es el camino crítico o serie más desfavorable, por lo que se va a calcular:

- La pérdida de carga de los tramos
- El nudo más desfavorable

### 3.1 PÉRDIDA DE CARGA DE LOS TRAMOS

Tras la elección de los diámetros interiores de la red primaria y secundaria, se procede al cálculo de la pérdida de carga en todos los tramos. Al ser de material plástico se aplica la fórmula de Veronesse Datei corregida para las unidades en las que se está trabajando:

$$h_{línea} = Km \times 0,365 \times L \times \frac{Q^{1,8}}{D^{4,8}}$$

Donde:

- Km = Coeficiente mayorante que será de 1,1.
- L = Longitud de cada línea, en metros.
- Q = Caudal circulante máximo de cada línea, en l/h.
- D = Diámetro interior de la tubería comercial seleccionada, en mm.

Tabla 16. Pérdidas de carga en los tramos

Líneas	Longitud	Di (mm)	DN (mm)	Q circulante max (l/h)	h <sub>línea</sub> (m.c.a)
L1	2	105	125	47200	0,02
Bomba	0	-	-	47200	-
Filtro	0	-	-	47200	5
L4	20	105	125	47200	0,24
L5	65	89	110	33756	0,77
L6	100	58	63	13956	3,86

### 3.2 NUDO MÁS DESFAVORABLE (NMD)

El NMD será aquel que haga máxima la siguiente expresión, por lo que de esta forma, se determinará la serie más desfavorable, es decir, el conjunto de tramos que unen el nudo más desfavorable con el inicio de red.

Tabla 17. Déficit de presión en los nudos

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Cota del nudo (-) (m)	Presión requerida (m)	Presión resultante (m.c.a)	Déficit de presión en el nudo
L1	1	2	1141	-	0	0
L2	2	3	1141	-	30,6	-30,6
L3	3	4	1141	-	25,6	-25,6
L4	4	5	1141	24,5	25,4	-0,9
L5	5	6	1139	26,6	26,6	0
L6	6	7	1137	23,5	24,8	-1,3

En este caso el nudo más desfavorable es el nudo 6, que alimenta la subunidad 2, ya que presenta una presión resultante mayor y una cota más elevada con respecto al nudo 3.

### 3.3 CAUDAL Y ALTURA DE BOMBEO

Aplicando la fórmula de Bernoulli desde el inicio de la red al NMD:

$$\frac{V_o^2}{2g} + Z_0 + \frac{P_o}{\gamma} + H_b = \frac{V_{nmd}^2}{2g} + Z_{NMD} + \frac{P_{NMD}}{\gamma} + \Delta h_{tot}$$

$$H_b = 1139 + 26,63 + 6,03 - 1141 = 30,7 \text{ m.c.a}$$

Por tanto, la altura manométrica de la bomba es de 30,7 m.c.a y el Q máximo que circulará por la bomba durante el riego es de  $47,2 \text{ m}^3/\text{h} = 47200 \text{ l/h}$

### 3.4 POTENCIA HIDRÁULICA DE LA BOMBA

Para conocer la potencia hidráulica de la bomba, se puede utilizar la siguiente expresión:

$$N_{\text{útil}} = \frac{Q \times H_b}{270 \times 0,67} = 8 \text{ CV}$$

Donde:

- Y = Peso específico del agua, que se considera  $9810 \text{ N/m}^3$ .
- Q = Caudal máximo de bombeo, en  $\text{m}^3/\text{s}$ .
- H<sub>b</sub> = Presión de la bomba, m.c.a.
- η = Rendimiento de la bomba, se considera 67 %

$$N_{\text{útil}} (\text{Kw}) = 8 \times 0,736 = 5,9 \text{ Kw}$$

### 3.5 ELECCIÓN DE LA BOMBA

La bomba seleccionada pertenece a la marca comercial Grundfos u otro de características técnicas similares y es una bomba de acoplamiento cerrado de aspiración final monoetapa. El modelo seleccionado es NB 40-200/188 AAF2AESBQQEMW1



Figura 2. Modelo seleccionado de la bomba (Fuente Grundfos)

Las características de la bomba son las siguientes:

- Velocidad de Giro del Motor: 2.915 r.p.m.
- Caudal Nominal:  $50,5 \text{ m}^3 / \text{h}$
- Altura Resultante de la Bomba: 35,08 metros
- Diámetro real del impulsor: 188 mm
- Diámetro nominal del impulsor: 200
- Presión de trabajo máxima: 16 bar
- Potencia Nominal: 7,5 Kw.
- Rendimiento: 60-62 %

RENDIMIENTO

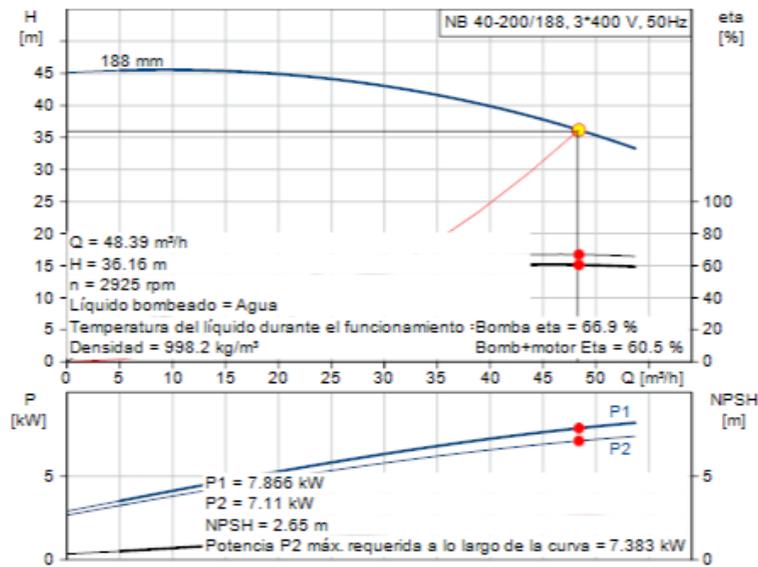


Figura 3. Curvas características H-Q, rendimiento-Q y potencia caudal de la bomba elegida (Fuente Grundfos)

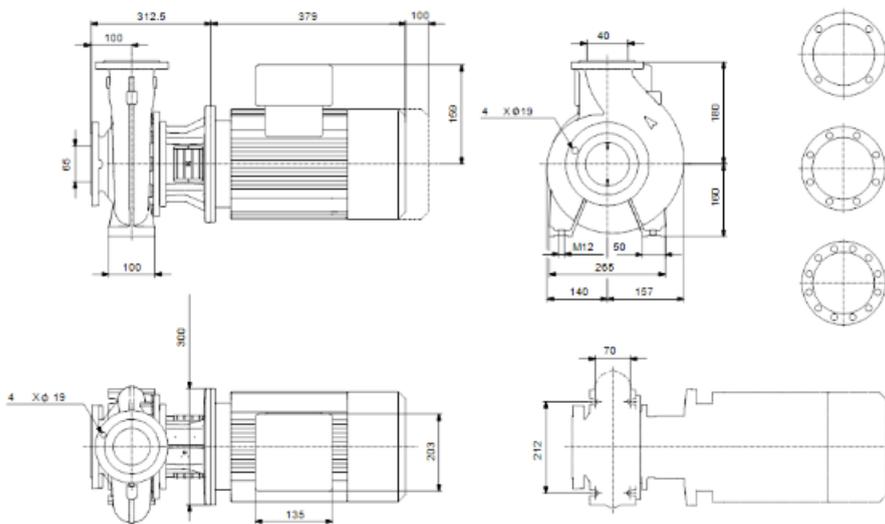


Figura 4. Esquema de las dimensiones de la bomba (Fuente Grundfos)

**3.6 GRUPO ELECTRÓGENO**

Debido a la distancia que existe desde la caseta de riego a la línea eléctrica más cercana se ha optado por adquirir un grupo electrógeno estacionario que tenga la suficiente potencia para alimentar el equipo de bombeo. Se opta la marca Agresa modelo Baudouin de 11 kVA (8,8 kW) u otro con unas características parecidas.

## **4. PUNTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE RIEGO**

Para el almacenamiento de agua se empleará una cisterna flexible con una capacidad de 150-200  $m^3$ .

Para su instalación no se necesitará de movimiento de tierras, ya que se encuentra pegada a la parcela y se trata de una superficie plana, horizontal y estable.

Se estima una vida útil aproximada de 20 años y no requiere de permisos de construcción para el almacenamiento temporal o a largo plazo. Los líquidos almacenados conservan sus propiedades evitando el crecimiento de algas o bacterias.

## **5. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

La realización de las zanjas, de anchura y profundidad adecuadas, serán necesarias porque en ellas irán enterradas las tuberías de la red de transporte y las tuberías terciarias de las subunidades.

La apertura de las zanjas se realizará por medio de una retroexcavadora mixta teniendo estas una anchura de 0,6 m y una profundidad de 0,8 m.

## **6. CABEZAL DE RIEGO**

El cabezal de riego es el conjunto de dispositivos, situado aguas arriba de toda la red de distribución, que tiene como objetivo principal el filtrado del agua de riego.

El cabezal de riego se ubicará en una caseta que las proteja, propiedad del promotor situada en el interior de la parcela. Esta caseta alojará el equipo de bombeo, el equipo de filtrado y los diferentes elementos de control, y seguridad necesarios para el correcto funcionamiento de la red de distribución.

### **6.1 SISTEMA DE FILTRADO**

El filtro seleccionado pertenece a la marca comercial AZUD AGL u otro de características técnicas similares.

Se trata de un filtro manual fabricado completamente en plástico técnico, resistente a productos químicos usualmente empleados para agricultura.

El diseño hidráulico del filtro minimiza las pérdidas de carga, ahorrando energía y optimizando su rendimiento.

Y se ha optado por el modelo AZUD AGL de malla de acero inoxidable 130 micron de 3" cuya limpieza es manual.

Las características básicas del filtro son:

- Caudal máximo:  $50 \text{ m}^3 / \text{h}$
- Malla:  $1350 \text{ cm}^2$
- Pérdidas de carga de entorno al 0,1 bar = 1 m.c.a

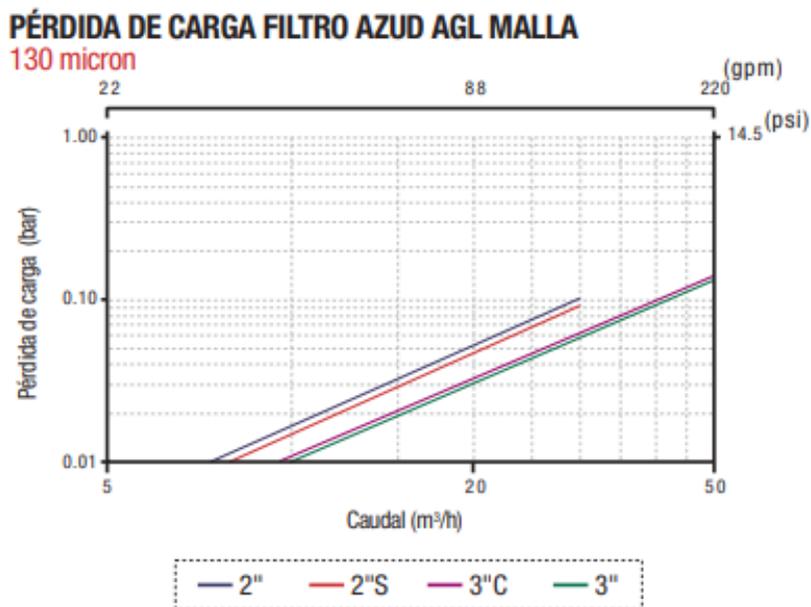


Figura 5. Comparativa entre el caudal de filtrado y la pérdida de carga (Fuente Azud)

El filtro presenta las siguientes dimensiones:

- H = 645 mm
- W = 335 mm
- X = 110 mm
- D = 231 mm
- Peso del filtro vacío = 4 Kg
- Peso del filtro lleno = 11,3 Kg

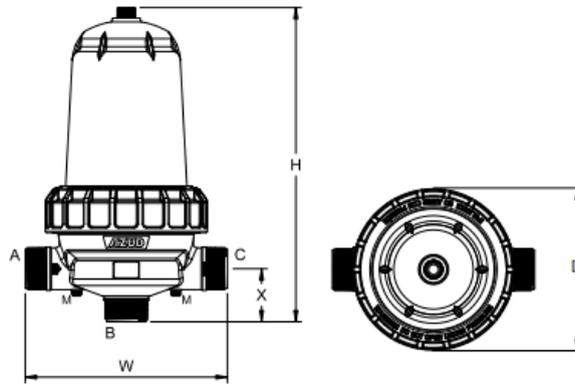


Figura 6. Esquema de las dimensiones del filtro (Fuente Azud)

## 6.2 MANÓMETROS

Por lo que, desde el momento de diseño, se deben incluir dos manómetros de glicerina tipo Bourdon, uno aguas abajo del filtro y otro aguas arriba del filtro, con el fin de conocer el diferencial de presión que existe en la entrada y la salida del filtro. Este será el principal indicador para definir cuándo se deben realizar las limpiezas de los cuerpos filtrantes (Lopez, 2020).

## 7. CASETA DE RIEGO

La caseta de riego irá situada en la entrada de la parcela. En la que introduciremos todo lo relacionado con el sistema de riego, como la bomba, el filtrado, los manómetros y el cabezal de riego.

De este modo se protegerá de las condiciones climáticas, robos u otros peligros. Se va a instalar una caseta prefabricada de hormigón que irá asentada sobre cuatro zapatas de 0,75 x 0,75 x 0,5 m realizadas en las esquinas y una zanja de hormigón 0,3 x 0,3 que une las mismas. En el interior de esta cimentación irá una capa de piedra machacada de 0,15 cm de espesor y encima de ella otra capa de 0,15 cm de hormigón. Esta última capa servirá de suelo en la caseta de riego.

Esta caseta tiene una superficie útil de 10,6 m<sup>2</sup> y una altura interior de 2,90 m. Las dimensiones exteriores de la caseta son de 4 x 3 x 3 m.

# **ANEJO 10: CALENDARIO DE TRABAJOS**

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. CALENDARIO DE TRABAJOS</b>	<b>1</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Labores para el año 0
- Tabla 2. Labores para el año 1
- Tabla 3. Labores para el año 2
- Tabla 4. Labores para el año 3-5
- Tabla 5. Labores para el año 6
- Tabla 6. Labores para el año 7-8
- Tabla 7. Labores para el año 9-12
- Tabla 8. Labores para el año 13-26
- Tabla 9. Labores para el año 27-49
- Tabla 10. Labores para el año 50

## 1. INTRODUCCIÓN

En los anejos anteriores se ha explicado todo lo necesario para poder realizar la plantación y mantenerla en las mejores condiciones durante su desarrollo.

En este anejo se representan todas las fechas aproximadas y actuaciones que se llevarán a cabo para optimizar la plantación desde el año 0 hasta el año 50.

## 2. CALENDARIO DE TRABAJOS

Las siguientes tablas contienen la información detallada de todas las operaciones que se deberán llevar a cabo desde la fase de implantación de la trufera (año 0), pasando por el período de plena producción, hasta la etapa final (el año 50 se considera el año aproximado de la pérdida de rentabilidad de la trufera).

Tabla 1. Labores para el año 0

AÑO 0	LABOR
Septiembre	Cerramiento perimetral de la parcela mediante postes de acero galvanizado y una malla de alambre galvanizado.
2ª quincena de septiembre tras las primeras lluvias otoñales	Labor de desfonde con arado de vertedera a unos 40-50 cm de profundidad
1ª quincena de octubre	Subsolado a una profundidad aproximada de 80 cm

Tabla 2. Labores para el año 1

AÑO 1	LABOR
1ª quincena febrero	Labor con cultivador a unos 30 cm de profundidad
2ª quincena de febrero	Replanteo mediante un tractor agrícola con GPS y un rejón
1ª quincena de marzo	Se lleva a cabo la plantación de las encinas micorrizadas colocándolas sobre el hoyo realizado anteriormente y se realiza el primer riego de 5 l por planta para un adecuado asentamiento de la planta al terreno
3ª semana de marzo	Se realiza un alcorque de 50 cm de diámetro para poder incorporar agua
2ª quincena de abril	Pase con cultivador a 15 cm de profundidad para mantener la humedad en el suelo y controlar las malas hierbas
2ª quincena de junio	Riego de apoyo para afianzar la planta
1ª quincena de agosto	Riego de apoyo si el periodo de sequía sobrepasa los 20-25 días
1ª quincena de octubre	Reposición de marras
2ª quincena de octubre	Pase con cultivador a 15 cm de profundidad

Tabla 3. Labores para el año 2

AÑO 2	LABOR
1ª quincena de mayo	Pase con cultivador a 15 cm de profundidad
2ª quincena de mayo	Escarda
2ª quincena de junio	Riego de apoyo si el periodo de sequía sobrepasa los 20 días
1ª quincena de agosto	Riego de apoyo si el periodo de sequía sobrepasa los 20 días
2ª quincena de octubre	Pase con cultivador a 15 cm de profundidad

Tabla 4. Labores para el año 3-5

AÑO 3-5	LABOR
2ª quincena de febrero	Podas ligeras de formación
1ª quincena de marzo	Pase con cultivador a 15 cm de profundidad
2ª quincena de mayo	Escarda
1ª quincena de junio	Pase con cultivador a 15 cm de profundidad
2ª quincena de Junio	Riego de apoyo ante sequías extremas que puedan dañar la plantación
1ª quincena de agosto	Riego de apoyo ante sequías extremas que puedan dañar la plantación
2ª quincena de octubre	Pase con cultivador a 15 cm de profundidad

Tabla 5. Labores para el año 6

AÑO 6	LABOR
2ª quincena de febrero	Podas ligeras de formación
2ª quincena de marzo	Pase con cultivador a 15 cm de profundidad
1ª quincena de abril	Se realizan los nidos (4 nidos)
1ª quincena de junio	Pase con cultivador a 15 cm de profundidad
2ª quincena de Junio	Riego de apoyo ante sequías extremas que puedan dañar la plantación
1ª quincena de agosto	Riego de apoyo ante sequías extremas que puedan dañar la plantación
2ª quincena de octubre	Pase con cultivador a 15 cm de profundidad

Tabla 6. Labores para el año 7-8

AÑO 7-8	LABOR
Enero	Instalación del sistema de riego con la aparición del quemado
2ª quincena de febrero	Podas ligeras de formación
2ª quincena de marzo	Pase con cultivador a 15 cm de profundidad
En los meses de más calor (mayo a septiembre)	Riego por microaspersión cuando el período de sequía sea superior a 15-20 días, aportando el déficit hídrico necesario para cada mes
Octubre (año 7)	Compra del perro adiestrado
2ª quincena de octubre	Pase con cultivador a 15 cm de profundidad
2ª quincena de noviembre y diciembre	Recolección de trufas

Tabla 7. Labores para el año 9-12

AÑO 9-12	LABOR
Enero-marzo	Recolección de trufas
2ª quincena de marzo	Podas de aclarado para reducir el ramaje
2ª quincena de marzo	Pase con cultivador a 10 cm de profundidad
1ª quincena de abril del año 9 y 11	Se realizan los nidos (4 nidos)
En los meses de más calor (mayo a septiembre)	Riego por microaspersión cuando el período de sequía sea superior a 15-20 días, aportando el déficit hídrico necesario para cada mes
2ª quincena de octubre	Pase con cultivador a 10 cm de profundidad
2ª quincena de noviembre y diciembre	Recolección de trufas

Tabla 8. Labores para el año 13-26

AÑO 13-26	LABOR
Enero-marzo	Recolección de trufas
2ª quincena de marzo	Podas de aclarado cada 2 años para reducir el ramaje
1ª quincena de abril	Se realizan los nidos cada 2 años (4 nidos)
2ª quincena de mayo	Pase de motodesbrozadora para eliminar malas hierbas
En los meses de más calor (mayo a septiembre)	Riego por microaspersión cuando el período de sequía sea superior a 15-20 días, aportando el déficit hídrico necesario para cada mes
Octubre (años 15 y 24)	Compra del perro adiestrado
2ª quincena de noviembre y diciembre	Recolección de trufas

Tabla 9. Labores para el año 27-49

AÑO 27-49	LABOR
Enero-marzo	Recolección de trufas
2ª quincena de marzo	Podas de aclarado cada 4 años
1ª quincena de abril	Se realizan los nidos cada 3 años (6 nidos)
2ª quincena de mayo	Pase de motodesbrozadora para eliminar malas hierbas
En los meses de más calor (mayo a septiembre)	Riego por microaspersión cuando el período de sequía sea superior a 15-20 días, aportando el déficit hídrico necesario para cada mes
Octubre (años 38 y 42)	Compra del perro adiestrado
2ª quincena de noviembre y diciembre	Recolección de trufas

Tabla 10. Labores para el año 50

AÑO 50	LABOR
Enero-marzo	Recolección de trufas
Abril	Levantamiento de la plantación

# **ANEJO 11: ESTUDIO ECONÓMICO**

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. MERCADO DE LA TRUFA NEGRA (Reyna, 2011)</b>	<b>1</b>
<b>3. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO</b>	<b>1</b>
<b>4. PRODUCCIÓN ESPERADA DE LA PLANTACIÓN</b>	<b>2</b>
<b>5. PAGOS DEL PROYECTO</b>	<b>2</b>
5.1 PAGOS ORDINARIOS	2
5.2 RESUMEN ANUAL DE LOS COSTES DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA TRUFERA	4
5.3 COSTES EXTRAORDINARIOS	6
5.3.1 Costes de mantenimiento de las instalaciones	6
5.3.2 Renovación y mantenimiento de los perros truferos	7
5.4 RESUMEN DE LOS GASTOS ORDINARIOS	7
<b>6. COBROS DEL PROYECTO</b>	<b>8</b>
6.1 COBROS ORDINARIOS	8
6.2 VENTA DE MADERA	9
<b>7. ESTRUCTURA DE FLUJOS DE CAJA</b>	<b>9</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Producción esperada de la plantación
- Tabla 2. Coste del desfonde
- Tabla 3. Coste del subsolado
- Tabla 4. Coste del cultivador
- Tabla 5. Coste de escarda y alcorque
- Tabla 6. Coste de reposición de marras
- Tabla 7. Coste de la poda
- Tabla 8. Coste del riego por microaspersión
- Tabla 9. Coste de la realización de 4 nidos
- Tabla 10. Costes del año 0
- Tabla 11. Costes del año 1
- Tabla 12. Costes del año 2
- Tabla 13. Costes del año 3-5
- Tabla 14. Costes del año 6
- Tabla 15. Costes del año 7
- Tabla 16. Costes del año 8-12
- Tabla 17. Costes del año 13-26
- Tabla 18. Costes del año 27-49
- Tabla 19. Costes de mantenimiento de las instalaciones
- Tabla 20. Resumen de los gastos ordinarios
- Tabla 21. Cobros ordinarios
- Tabla 22. Flujos de caja

## **1. INTRODUCCIÓN**

En este anejo se realiza un balance económico de costes totales del establecimiento y mantenimiento de la plantación durante su vida útil y los cobros a lo largo de la plantación.

## **2. MERCADO DE LA TRUFA NEGRA** (Reyna, 2011)

Las producciones de trufa actualmente proceden tanto de áreas forestales como de las plantaciones trufas que hace más de 30 años que se vienen realizando con planta micorrizada.

La producción trufera española supone un 30-40 % de la producción mundial.

Los precios de la trufa son bastante cambiantes siendo la media del precio en España desde el año 1955 al 2010 de 375€. Los precios en Francia son en torno a un 40% más caros que los precios españoles.

## **3. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO**

Se estima una vida útil del proyecto, con un periodo de producción rentable de alrededor de 50 años.

Durante estos 50 años se pueden diferenciar varias etapas diferenciadas con respecto al desarrollo de la trufa en la plantación.

-Fase improductiva: esta etapa comprende los ocho primeros años, centrados en el desarrollo y crecimiento de la planta y en el cual no hay ningún tipo de ingreso.

-Fase de entrada en producción: se estima que se producirá entre el año 9 y el 15, en dicha etapa la plantación comenzará poco a poco a aportar ingresos.

-Fase de plena producción: incluye desde el año 16 hasta el año 45. La producción comenzará a estabilizarse en la máxima producción siempre con ciertas variaciones entre años por la dependencia a unas buenas condiciones ambientales.

-Fase de producción decreciente: en esta fase comienza, en muchos casos, el declive de los quemados por lo que sus producciones van disminuyendo haciendo que la plantación no sea rentable, lo que justificaría el arranque de la misma. Se estima que esta situación se dará entre el año 50 y el 55, momento en el que se procederá al levantamiento de la plantación.

## 4. PRODUCCIÓN ESPERADA DE LA PLANTACIÓN

Es bastante complicado realizar una estimación ya que los mercados son muy variables y dependen de diversos factores cada año. Pero en las plantaciones artificiales a medida que han ido pasando los años se han podido obtener informaciones y datos más precisos de la cantidad de trufa producida.

Para plantaciones con una densidad media de 300-400 plantas/ha se espera una producción media de entre 20 a 50 kg por hectárea y año. Por término medio la producción de trufas se inicia a los 9-10 años. Al principio solo un 5 % de árboles es productor de trufas, dando una cosecha de unos 5 kg/ha/año. A los veinte o veinticinco años se entra en una etapa de plena producción, que dura unos diez años. Durante esta etapa el porcentaje de pies productores se incrementa hasta conseguir unos 80 kg/ha/año (Infoagro).

En la siguiente tabla se expresan los valores de la producción a modo orientativo de nuestra trufera, dependiendo de la edad.

Tabla 1. Producción esperada de la plantación

Año	Producción estimada para 1,33 ha (Kg)
9-12	10-20
12-15	20-40
16-46	40-60
47-50	40
51	20

## 5. PAGOS DEL PROYECTO

### 5.1 PAGOS ORDINARIOS

Son aquellos pagos destinados para el establecimiento y mantenimiento de la plantación durante su vida útil. A continuación se calculan dichos costes:

- Labor de desfonde:

Arado de vertedera/disco: 20,43 €/h

Tractorista: 43 €/hora

Total coste/hora: 63,43 €/hora

Tabla 2. Coste del desfonde

Labor	Horas/ha	Hectáreas	Tiempo empleado (h)	Coste total (€)
Desfonde	1,18	1,34	1,58	105,3

- Labor de subsolado:

Tractor 180 CV: 27,20 €/h  
 Tractorista: 43 €/hora  
 Total coste/hora: 70,2 €/hora

Tabla 3. Coste del subsolado

Labor	Horas/ha	Ha	Tiempo empleado (h)	Coste total (€)
Subsolado	1,18	1,34	1,58	116,53

- Labor de cultivador:

Tractor 150 CV: 28 €/hora  
 Cultivador 4 m: 10 €/hora  
 Tractorista: 14 €/hora  
 Total coste/hora: 52 €/hora

Tabla 4. Coste del cultivador

Labor	Horas/ha	Hectáreas	Tiempo empleado (h)	Coste total €
Cultivador	0,5	1,34	0,67	34,62

-Escarda y realizar alcorque:

Capataz agrícola: 7,63 €/hora  
 2 Peones agrícolas: 2 x 7 €/hora = 14 €/hora  
 Total coste/hora: 21,63 €/hora

Tabla 5. Coste de escarda y alcorque

Labor	Unidades	h/Unidad	Tiempo empleado (h)	Coste total €/h
Escarda	416	0,008 h	3,78	82

- Reposición de marras (estimado un 2-3 %)

Capataz agrícola: 7,63 €/hora  
 Peón agrícola: 7 €/hora  
 Precio de la planta 4,5 €/planta  
 Total coste/hora: 14,63 €/hora

Tabla 6. Coste de reposición de marras

Labor	Unidades	h/Unidad	Tiempo empleado (h)	Coste planta (€)	Coste total (€)
Reposición de marras	9	0,07 h	0,63	40,5	49,72

-Poda:

Capataz agrícola: 7,63 €/hora

2 Peones agrícolas: 2 x 7 €/hora = 14 €/hora

Total coste/hora: 21,63 €/hora

Tabla 7. Coste de la poda

Labor	Unidades	h/Unidad	Tiempo empleado (h)	Coste total €/h
Poda	469	0,008 h	3,79	72

- Riego con cubas: 620 €/ha

- Riego por microaspersión:

Gasoil y mano de obra: 4 €/hora

Tabla 8. Coste del riego por microaspersión

Labor	h/riego	Nº riegos	Coste €/h	Coste total €/h
Riego	3,41	1	4	13,64

- Recolección:

2 peones agrícolas: 2 x 7 €/hora = 14 €/hora

Rendimiento 3 kg/hora

Total coste/kg: 4,66 €/kg

- Nidos: 4 nidos

Saco de turba con contenido turba rubia, negra, lignofibre y abono. de 70 l, de la marca gramoflor: 8€

Saco de vermiculita de 100 l de projar: 30,92€

Tabla 9. Coste de la realización de 4 nidos

Labor	L/hoyo de turba	L/planta de vermiculita	nº hoyos	Coste vermiculita(€)	Coste turba (€)	Coste total realizando 4 nidos (€)
Nidos	2	0,06	1876	123,51	1521,37	1876

## 5.2 RESUMEN ANUAL DE LOS COSTES DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA TRUFERA

Tabla 10. Costes del año 0

Labores año 0	Costes (€)
Vallado	5397,14
Labor de desfonde con arado de vertedera	105,3
Subsolado	116,53
Total	5618,97

Tabla 11. Costes del año 1

Labores año 1	Costes (€)
3 pases con cultivador	103,86
2 riegos con cubas	1661,6
Reposición de marras	49,72
Escardas	82
Total	1897,18

Tabla 12. Costes del año 2

Labores año 2	Costes (€)
2 pases con cultivador	69,24
2 riegos con cubas	1661,6
Escardas	82
Total	1812,84

Tabla 13. Costes del año 3-5

Labores año 3-5	Costes (€)
3 pases con cultivador	103,86
Podas	82
Escardas	82
2 riegos con cubas (dependiendo de las condiciones ambientales)	1661,6
Total	1929,46

Tabla 14. Costes del año 6

Labores año 6	Costes (€)
3 pases con cultivador	103,86
Podas	72
2 riegos con cubas (dependiendo de las condiciones ambientales)	1661,6
Realización de 4 nidos	1876
Total	3713,46

Tabla 15. Costes del año 7

Labores año 7	Costes (€)
Sistema de riego y caseta de riego	15073,53
Podas	82
2 pases con cultivador	69,24
2 riegos por microaspersión	27,28
Recolección	37,28
Total	15289,33

Tabla 16. Costes del año 8-12

Labores año 8-12	Costes (€)
2 pases con cultivador	69,24
Podas	82
2 riegos por microaspersión	27,28
Realización de 4 nidos (años 9 y 11)	1876
Recolección	70
Total	2124,52

Tabla 17. Costes del año 13-26

Labores año 13-26	Costes (€)
Pase con motodesbrozadora	82
Podas cada 2 años	82/2
5-6 riegos por microaspersión	81,84
Realización de 4 nidos cada dos años	1876/2
Recolección	186,4
Total	1329,24

Tabla 18. Costes del año 27-49

Labores año 27-49	Costes (€)
Pase con motodesbrozadora	82
Podas cada 4 años	82/4
5-6 riegos por microaspersión	81,84
Realización de 6 nidos cada tres años	2814/3
Recolección	186,4
Total	1308,74

## 5.3 COSTES EXTRAORDINARIOS

### 5.3.1 Costes de mantenimiento de las instalaciones

El coste anual de mantenimiento del sistema de riego corresponde al 1 % del valor de la inversión. Por lo tanto este coste es de:  $11503,53 \times 1/100 = 115 \text{ €/año}$ .

El coste anual de mantenimiento del vallado corresponde al 1 % del valor de la inversión en este vallado. Por lo tanto este coste es de:  $4822,25 \times 1/100 = 48,22 \text{ €/año}$ .

El coste anual de mantenimiento de la caseta de riego se corresponde al 1% de su coste. Por lo tanto este coste es de  $3570 \times 1/100 = 35,7 \text{ €/año}$ .

Tabla 19. Costes de mantenimiento de las instalaciones

Instalación	% de la inversión	Gasto €/año
Sistema de riego	1	115
Vallado	1	48,22
Caseta de riego	1	35,7
Total	-	198,22

### 5.3.2 Renovación y mantenimiento de los perros truferos

La adquisición y el reemplazamiento de los antiguos perros por los nuevos se llevará a cabo en los años: 7, 15, 24, 33, 42. En nuestro caso necesitaremos un perro trufero ya adiestrado, con un coste medio de 1200 €. El coste de manutención de cada perro es de 300 €/año.

### 5.4 RESUMEN DE LOS GASTOS ORDINARIOS

En el siguiente cuadro se muestran los gastos ordinarios año a año durante el período de vida útil de la plantación trufera.

Tabla 20. Resumen de los gastos ordinarios

Año	Labores de mantenimiento (€)	Mantenimiento del perro (€)	Conservación de instalaciones (€)	Total (€)
0	5618,97	-	198,22	5817,2
1	1897,18	-	198,22	2095,4
2	1812,84	-	198,22	2011,07
3	1929,46	-	198,22	2127,68
4	1929,46	-	198,22	2127,68
5	1929,46	-	198,22	2127,68
6	3713,46	-	198,22	3911,68
7	15289,33	1200	198,22	16687,55
8	248,52	300	198,22	746,74
9	2124,52	300	198,22	2622,74
10	248,52	300	198,22	746,74
11	2124,52	300	198,22	2622,74
12	248,52	300	198,22	746,74
13	1329,24	300	198,22	1827,46
14	1329,24	300	198,22	1827,46
15	1329,24	1200	198,22	2727,46
16	1329,24	300	198,22	1827,46
17	1329,24	300	198,22	1827,46
18	1329,24	300	198,22	1827,46
19	1329,24	300	198,22	1827,46
20	1329,24	300	198,22	1827,46
21	1329,24	300	198,22	1827,46
22	1329,24	300	198,22	1827,46
23	1329,24	300	198,22	1827,46
24	1329,24	1200	198,22	2727,46
25	1329,24	300	198,22	1827,46
26	1329,24	300	198,22	1827,46
27	1308,74	300	198,22	1806,96
28	1308,74	300	198,22	1806,96
29	1308,74	300	198,22	1806,96
30	1308,74	300	198,22	1806,96
31	1308,74	300	198,22	1806,96

Año	Labores de mantenimiento (€)	Mantenimiento del perro (€)	Conservación de instalaciones (€)	Total (€)
32	1308,74	300	198,22	1806,96
33	1308,74	1200	198,22	2706,96
34	1308,74	300	198,22	1806,96
35	1308,74	300	198,22	1806,96
36	1308,74	300	198,22	1806,96
37	1308,74	300	198,22	1806,96
38	1308,74	300	198,22	1806,96
39	1308,74	300	198,22	1806,96
40	1308,74	300	198,22	1806,96
41	1308,74	300	198,22	1806,96
42	1308,74	1200	198,22	2706,96
43	1308,74	300	198,22	1806,96
44	1308,74	300	198,22	1806,96
45	1308,74	300	198,22	1806,96
46	1308,74	300	198,22	1806,96
47	1308,74	300	198,22	1806,96
48	1308,74	300	198,22	1806,96
49	1308,74	300	198,22	1806,96
50	1308,74	300	198,22	1806,96

## 6. COBROS DEL PROYECTO

### 6.1 COBROS ORDINARIOS

Los cobros ordinarios son los que nos otorga la venta de la trufa, la cual variará con los años dependiendo del precio en el mercado. Esta venta se producirá todos los años a partir del año 9 hasta el año 50 ambos incluidos. Y se estima una media del precio de la trufa de 370 €/Kg.

Tabla 21. Cobros ordinarios

Año	Kg/ha	Producción total (1,334 ha)	Cobros ordinarios (€)
0-8	0	0	0
9	8	10,7	3959
10	10	13,34	4935,8
11	12	16	5920
12	15	20	7400
13	20	26,7	9879
14	25	33,35	12339,5
15	30	40	14800
16-35	35	46,7	17279
36-40	30	40	14800
41-44	25	33,35	12339,5
45-47	20	26,7	9879
48-49	15	20	7400
50	10	13,34	4935,8

## 6.2 VENTA DE MADERA

En torno al año 50 la plantación dejará de ser rentable, por lo que una vez concluida la campaña de recolección de trufa en primavera del último año, se procederá a cortar las encinas para levantar la plantación.

Teniendo en cuenta que se cortarán carrascas con un crecimiento de 3 kg/encina y año a un precio de 0,10 €/kg

Los ingresos aproximados son de: 3 kg/encina x 0,1 €/kg x 416 encinas x 50 años = 6240 €

## 7. ESTRUCTURA DE FLUJOS DE CAJA

Tabla 22. Flujos de caja

Año	Pagos (€)	Cobros (€)	Flujo de caja (€)
0	5817,2	0	-5817,2
1	2095,4	0	-2095,4
2	2011,07	0	-2011,07
3	2127,68	0	-2127,68
4	2127,68	0	-2127,68
5	2127,68	0	-2127,68
6	3911,68	0	-3911,68
7	16687,55	0	-16687,55
8	746,74	0	-746,74
9	2622,74	3959	+1336,26
10	746,74	4935,8	+4189,06
11	2622,74	5920	+3297,26
12	746,74	7400	+6653,26
13	1827,46	9879	+8051,54
14	1827,46	12339,5	+10512,04
15	2727,46	14800	+12072,54
16	1827,46	17279	+15451,54
17	1827,46	17279	+15451,54
18	1827,46	17279	+15451,54
19	1827,46	17279	+15451,54
20	1827,46	17279	+15451,54
21	1827,46	17279	+15451,54
22	1827,46	17279	+15451,54
23	1827,46	17279	+15451,54
24	2727,46	17279	+14551,54
25	1827,46	17279	+15451,54
26	1827,46	17279	+15451,54
27	1806,96	17279	+15472,04
28	1806,96	17279	+15472,04
29	1806,96	17279	+15472,04
30	1806,96	17279	+15472,04
31	1806,96	17279	+15472,04
32	1806,96	17279	+15472,04

Año	Pagos (€)	Cobros (€)	Flujo de caja (€)
33	2706,96	17279	+14572,04
34	1806,96	17279	+15472,04
35	1806,96	17279	+15472,04
36	1806,96	14800	+12993,04
37	1806,96	14800	+12993,04
38	1806,96	14800	+12993,04
39	1806,96	14800	+12993,04
40	1806,96	14800	+12993,04
41	1806,96	12339,5	+10532,54
42	2706,96	12339,5	+9632,54
43	1806,96	12339,5	+10532,54
44	1806,96	12339,5	+10532,54
45	1806,96	9879	+8072,04
46	1806,96	9879	+8072,04
47	1806,96	9879	+8072,04
48	1806,96	7400	+5593,04
49	1806,96	7400	+5593,04
50	1806,96	11175,8	+9368,84
Total			+466841,02

Se estima que el tiempo de recuperación del capital invertido se produzca durante el año 15 de la plantación

## **ANEJO 12: BIBLIOGRAFÍA**

---

Casas Martínez, C. (2018). Diseño de una plantación trufera en Orihuela del Tremedal (Teruel). TFG, Universidad politécnica de Valencia

Castel Duaso, L. (2012). ARTRÓPODOS PARÁSITOS ASOCIADOS A CARPÓFOROS DEL GÉNERO TUBER. TFG, Universidad de Zaragoza

FAO (1970) Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos < <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf> > (Consulta: 21 de junio de 2022)

Fernández, A. (2015). Riego en truficultura. Regaber < <https://regaber.com/wp-content/uploads/2015/05/Riego-en-truficultura-II-Alberto-Fern%C3%A1ndez-Regaber%C2%AE.pdf> > (Consulta: 20 de junio de 2022)

Franco Manchón, I. et al. (2018). MANUAL TÉCNICO PARA LA GESTIÓN DE PLANTACIONES TRUFERAS. Diputación provincial de Palencia < [https://www.diputaciondepalencia.es/system/files/publicacion-pdf/20181212/manual\\_truficultura.pdf](https://www.diputaciondepalencia.es/system/files/publicacion-pdf/20181212/manual_truficultura.pdf) > (Consulta: 13 de junio de 2022)

García, J. (2015). TRUFICULTURA. LA PLANTACIÓN Y LOS PRIMEROS AÑOS DE VIDA. Cultivos forestales y micológicos <<https://www.cultivosforestales.com/es/blog/truficultura-la-plantacion-y-los-primeros-anos-de-vida/>> (Consulta: 19 de junio de 2022)

Gené Albasa, J. (2008). El cultivo de la trufa negra, dossier tecnic formación y asesoramiento al sector agroalimentario <<https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/4632846/DT26.+El+cultiu+de+la+t%C3%B2fona+negra+%28ES%29/f0c303de-9964-4b73-a74a-cc26009964a4> > (Consulta: 17 de junio de 2022)

Gil Rived, N. (2015). EFECTO DE ALGUNOS FACTORES CLIMÁTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE TRUFA NEGRA (*Tuber melanosporum* Vittad.). TFG, Universidad de Santiago de Compostela

Ian R. Hall. ; Gordon T. Brown. ; Zambonelli A. (2007). Taming the Truffle. The History, Lore and Science of the Ultimate Mushroom

Infraestructura de Datos Espaciales de Aragón (Visor gobierno de Aragón) < <https://idearagon.aragon.es/visor/> > (Consulta: 1 de junio de 2022)

Lopez, M. ; Dodoy, P. ; Antúnez, A ; Candia, R. (2020). Tipos de Filtros y sus mantenimientos. Instituto de investigaciones agropecuarias

López Sánchez, R (2018). Proyecto de diseño de una plantación trufera para 10.43 ha con sistema de riego por microaspersión en el término municipal de Ababuj (Teruel). TFG, Universidad de Zaragoza

Mario A. Liotta, LOS SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO Y MICROASPERSIÓN, artículo riego presurizado < [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-articulo\\_riego\\_presurizado.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-articulo_riego_presurizado.pdf) > (Consulta: 13 de junio de 2022)

Martin Santafe, M. (2021). PLAGAS Y ENFERMEDADES ASOCIADAS A PLANTACIONES TRUFERAS. Tesis Doctoral de la universidad de Zaragoza

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) < [Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación \(mapa.gob.es\)](http://Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (mapa.gob.es)) > (Consulta: 7 de junio de 2022)

Moratilla Lucía, P. (2019). Proyecto de plantación trufera de 3,76 ha en el término municipal de Canredondo, (Guadalajara). TFG. Universidad politécnica de Madrid

Morcillo, M. ; Sanchez, M. ; Vilanova, X. (2015). MANUAL DE CULTIVO DE TRUFA NEGRA *TUBER MELANOSPORUM* VITT. Micología forestal y aplicada < <https://micofora.com/wp-content/uploads/2017/10/resumen-del-manual-de-cultivo-de-trufa-negra-.pdf> > (Consulta: 12 de junio de 2022)

Placed Pedraza, A. (2014). Proyecto de una plantación de 13,81 ha de árboles truferos en el T.M de Uncastillo (Zaragoza). TFG. Universidad de Valladolid, campus de Palencia

Reyna Domenech, S. (2011). Truficultura. Fundamentos y Técnicas. Editorial Mundi-Prensa. Madrid

Ruiz Palomar, C. (2017). PLANTACIÓN DE 1,28 HA DE ENCINA MICORRIZADA CON TUBER. MELANOSPORUM EN VALVERDE DE LOS AJOS, T.M DE BAYUBAS DE ARRIBA (SORIA). TFG. Universidad de Valladolid, campus de Soria

Sede electrónica del catastro < <https://www.sedecatastro.gob.es/> > (Consulta: 22 de mayo de 2022)

Tena Gil, A. (2018). Proyecto de plantación trufera con carrasca micorrizada (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*) para la producción de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt) en el T.M de Mosqueruela (Teruel). TFG, Universidad politécnica de Valencia

Visor cartográfico del gobierno de aragón < <https://idearagon.aragon.es/visor/> > (Consulta: 28 de junio de 2022)

-Aplicaciones informáticas:

DimSub (2016). Jaime Arviza Valverde.

RWIN2016 (2016). Jaime Arviza Valverde

# **ANEJO 13: PARCELA DEL SIG-PAC**

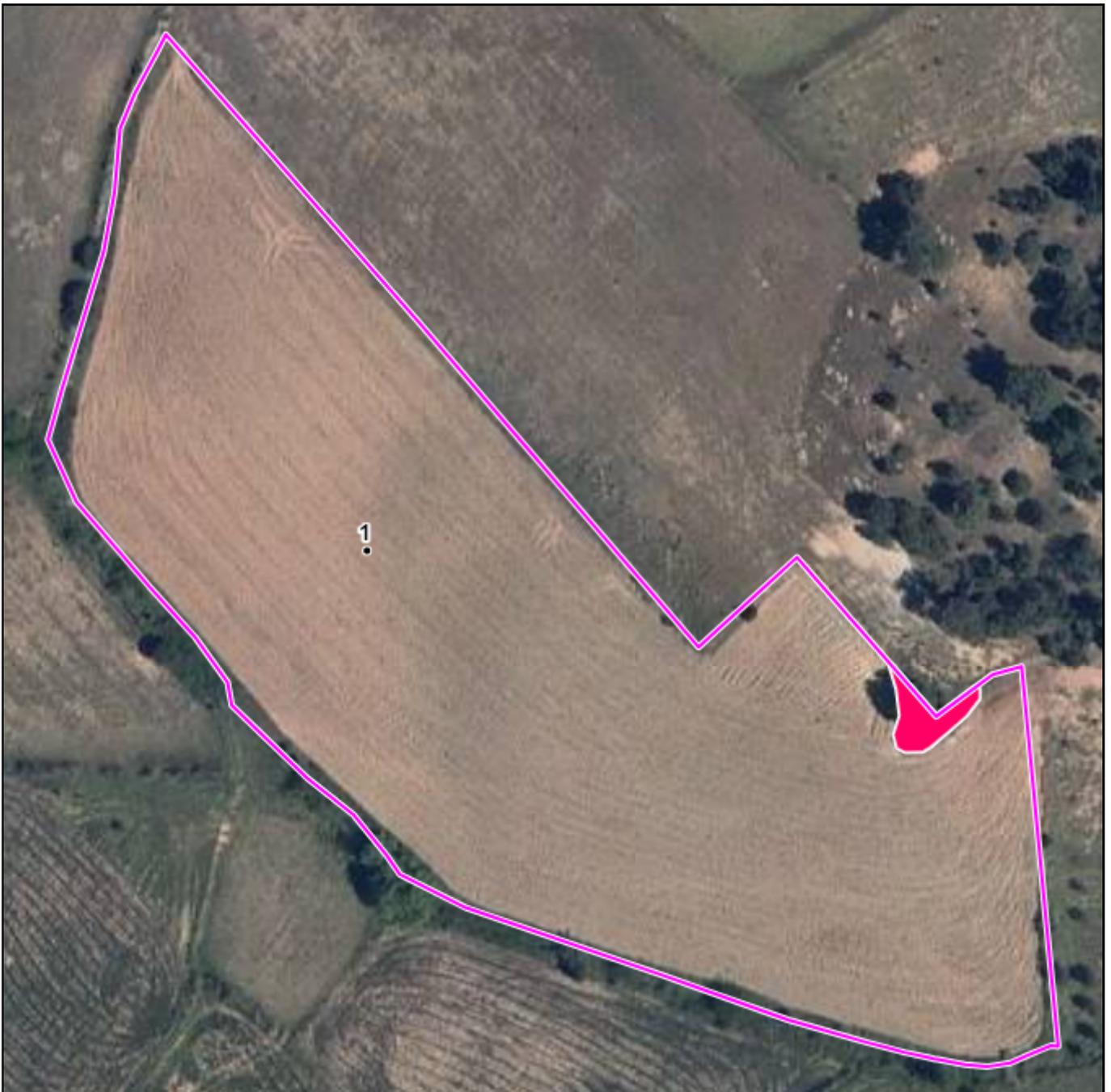
---



## DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

Provincia: 44 - TERUEL  
Municipio: 150 - MANZANERA  
Agregado: 0                      Zona: 0  
Poligono: 44                      Parcela: 116  
Referencia Catastral: 44150A044001160000TE

Coordenadas UTM del centro X: 688448.25 Y: 4429557.04 DATUM: WGS84 HUSO: 30	Fecha de vuelo de la foto del centroide de la parcela:	07/2018
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	10/08/2020
	Fecha de Impresión:	07/02/2022
	Escala aproximada de impresión:	1 : 1000



(\*) Pueden existir cambios en la parcela catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

Información SIGPAC vigente a fecha: 04/01/2021

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

#### A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				(%)	(ha)			
1	1,3357	4,10	TIERRAS ARABLES			0		0301 (2)

(1) Incidencias:

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

#### INTERSECCIONES:

##### Intersección con FITOSANITARIOS

Recinto	Superficie Intersección (ha)	Porcentaje Intersección (%)	Clase de Fitosanitario
1	1,3357	100,00	Zona periférica

# **DOCUMENTO 2**

## **PLANOS**

Proyecto de una plantación trufera en la parcela 116 del polígono 44 del término municipal de Manzanera (Teruel)

# ÍNDICE

PLANO 1. SITUACIÓN

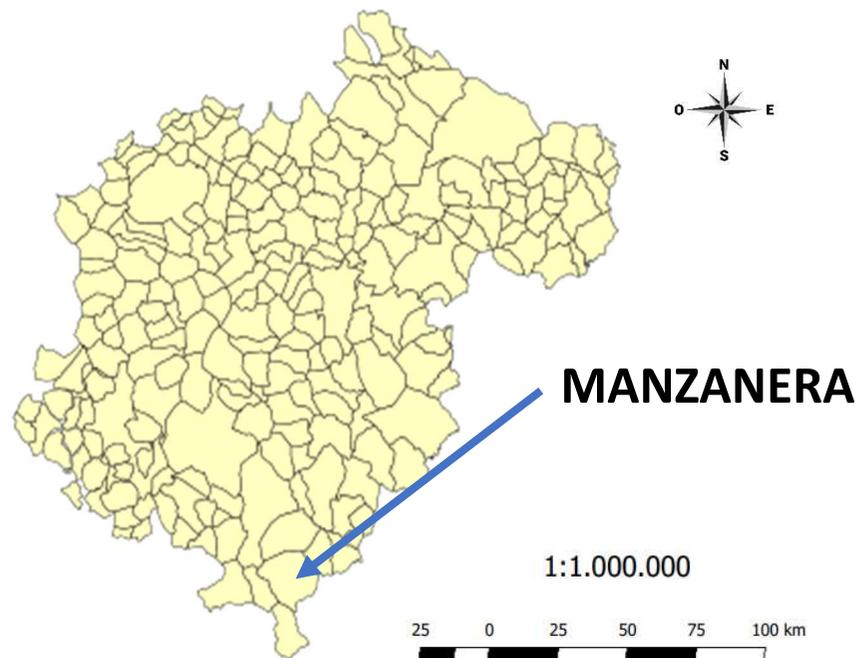
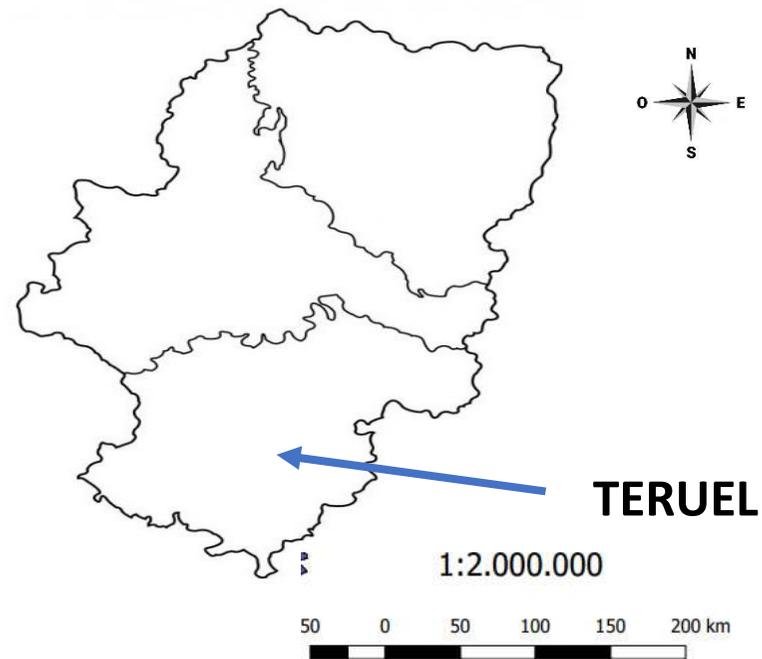
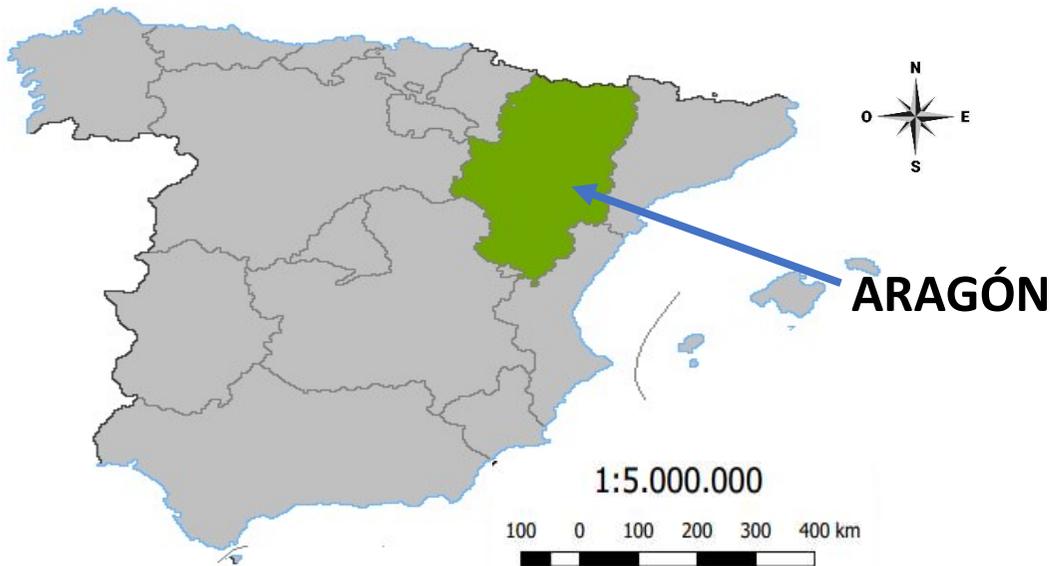
PLANO 2. LOCALIZACIÓN

PLANO 3. VALLADO

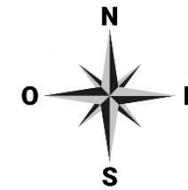
PLANO 4. PLANTACIÓN DE ENCINAS MICORRIZADAS

PLANO 5. DISTRIBUCIÓN DE LAS SUBUNIDADES

PLANO 6. DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE RIEGO

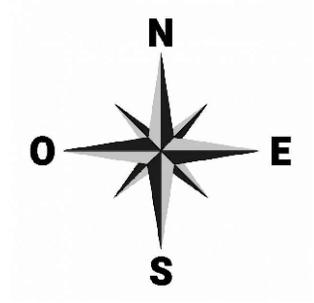
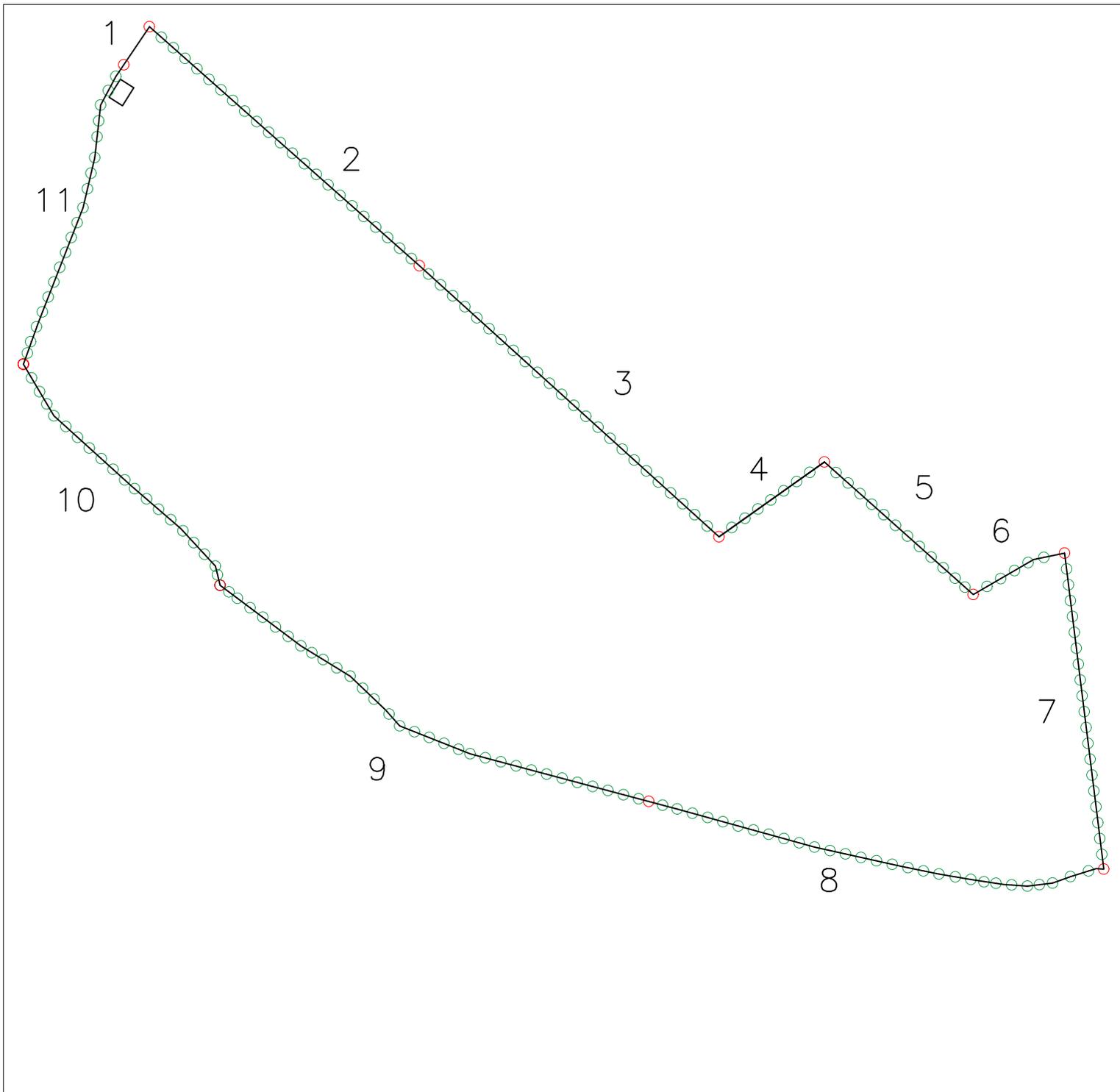


<b>TÍTULO: PLANO DE SITUACIÓN</b>		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA "Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural"		
Proyecto de plantación trufera con <i>Quercus ilex ssp. rotundifolia</i> para la producción de <i>Tuber melanosporum</i> Vitt, en el término municipal de Manzanera (Teruel)		
FECHA: 26/06/2022	NOMBRE: MARIO BRELL JARQUE	Nº PLANO 1



LEYENDA	
	ALCOTAS
	VÍA DE ACCESO
	CARRETERA PRINCIPAL
	ZONA DE ACTUACIÓN

TÍTULO: PLANO DE LOCALIZACIÓN		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA "Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural"		
Proyecto de plantación trufera con <i>Quercus ilex ssp. rotundifolia</i> para la producción de <i>Tuber melanosporum</i> Vitt, en el término municipal de Manzanera (Teruel)		
FECHA: 26/06/2022	NOMBRE: MARIO BRELL JARQUE	Nº PLANO 2
ESCALA 1:14000		

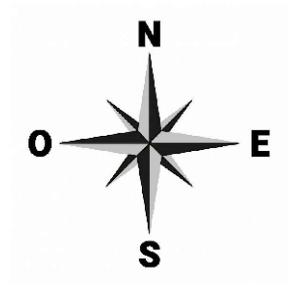


LEYENDA

-  POSTES INTERMEDIOS
-  POSTES DE TENSIÓN

TÍTULO: PLANO DEL VALLADO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA "Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural"		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>
Proyecto de plantación trufera con <i>Quercus ilex</i> ssp. <i>rotundifolia</i> para la producción de <i>Tuber melanosporum</i> Vitt, en el término municipal de Manzanera (Teruel).		
FECHA: 26/06/2022	NOMBRE: MARIO BRELL JARQUE	Nº DE PLANO  3
ESCALA 1:1000		



LEYENDA

-  ENCINAS MICORRIZADAS
-  PUERTA
-  CASETA DE RIEGO

TÍTULO: PLANO DE LA PLANTACIÓN DE ENCINAS MICORRIZADAS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
 "Escuela Técnica Superior de  
 Ingeniería Agronómica y del Medio  
 Natural"



UNIVERSITAT  
 POLITÈCNICA  
 DE VALÈNCIA

Proyecto de plantación trufera con  
 Quercus ilex ssp. rotundifolia para la  
 producción de Tuber melanosporum  
 Vitt, en el término municipal de  
 Manzanera (Teruel).

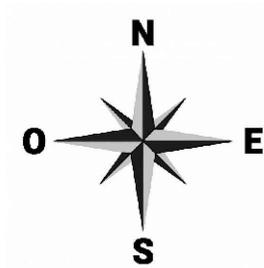
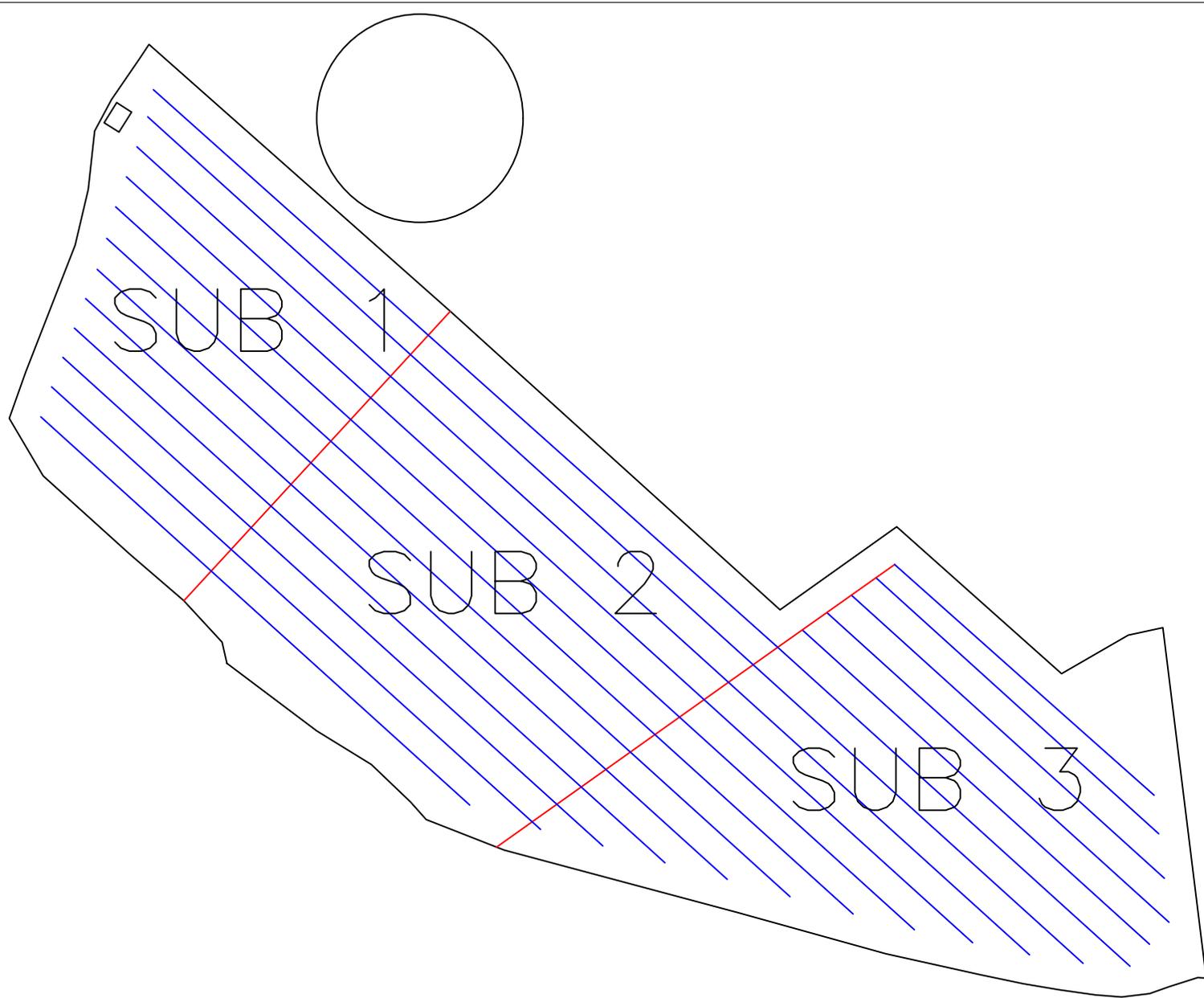
Nº DE PLANO

FECHA:  
 26/06/2022

NOMBRE: MARIO  
 BRELL JARQUE

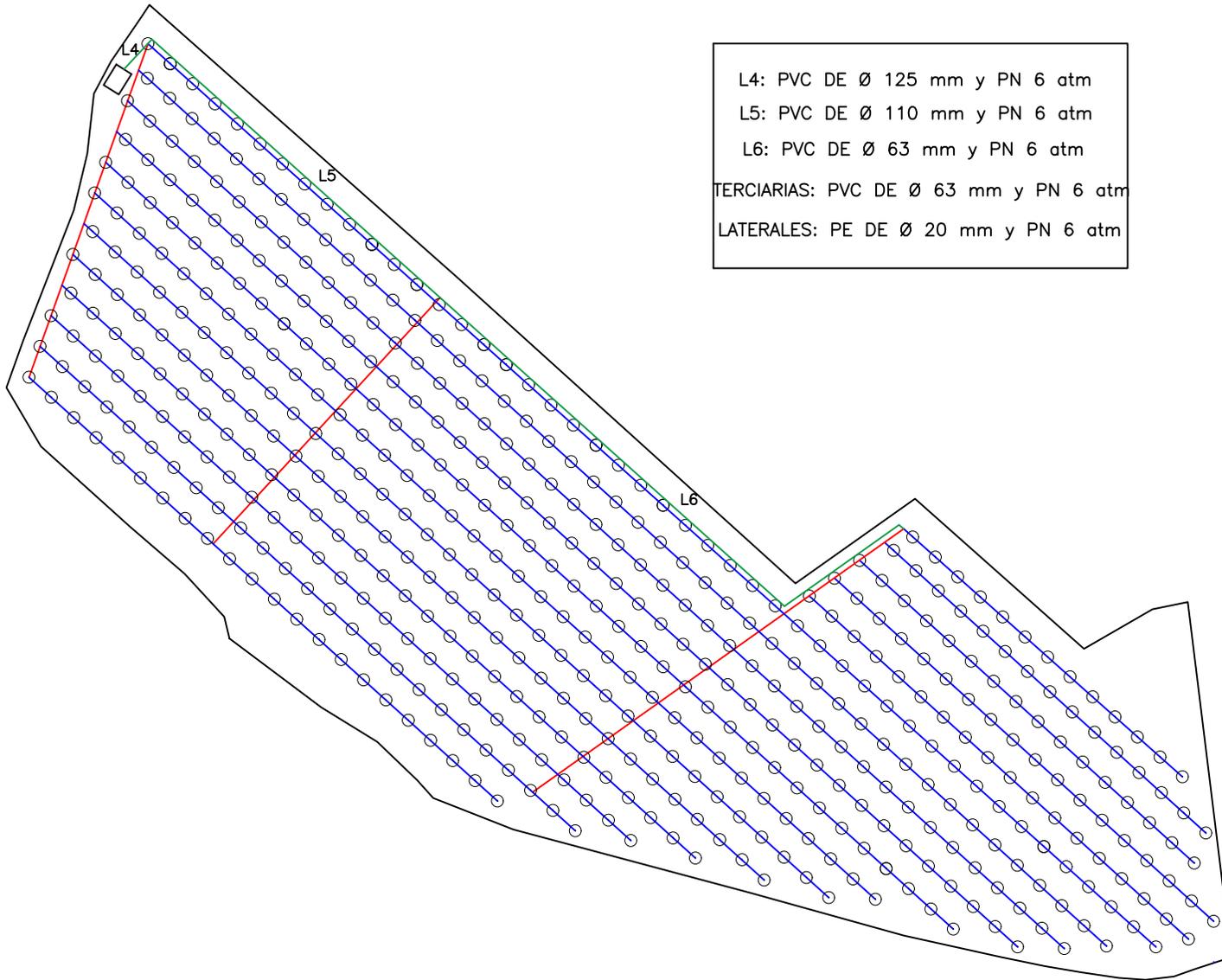
4

ESCALA  
 1:1000

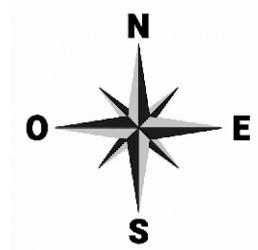


LEYENDA	
	PARALELAS
	LÍMITE SUBUNIDADES
	CISTERNA FLEXIBLE
	CASETA DE RIEGO

TÍTULO: PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS SUBUNIDADES		
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA "Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural"		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>
Proyecto de plantación trufera con <i>Quercus ilex</i> ssp. <i>rotundifolia</i> para la producción de <i>Tuber melanosporum</i> Vitt, en el término municipal de Manzanera (Teruel).		
FECHA: 26/06/2022	NOMBRE: MARIO BRELL JARQUE	Nº DE PLANO  5
ESCALA 1:1000		



L4: PVC DE Ø 125 mm y PN 6 atm  
 L5: PVC DE Ø 110 mm y PN 6 atm  
 L6: PVC DE Ø 63 mm y PN 6 atm  
 TERCIARIAS: PVC DE Ø 63 mm y PN 6 atm  
 LATERALES: PE DE Ø 20 mm y PN 6 atm



**LEYENDA**

- RED PRINCIPAL
- TERCIARIAS
- LATERALES
- MICROASPERSONORES

<b>TÍTULO: PLANO DE DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE RIEGO</b>		
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA "Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural"		  <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>
Proyecto de plantación trufera con Quercus ilex ssp. rotundifolia para la producción de Tuber melanosporum Vitt, en el término municipal de Manzanera (Teruel).		
FECHA: 26/06/2022	NOMBRE: MARIO BRELL JARQUE	Nº DE PLANO  <span style="font-size: 2em;">6</span>
ESCALA 1:1000		

# **DOCUMENTO 3**

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

Proyecto de una plantación trufera en la parcela 116 del polígono 44 del término municipal de Manzanera (Teruel)

## ÍNDICE

1. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO	1
<b>CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES</b>	<b>1</b>
ARTÍCULO 1. OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO	1
ARTÍCULO 2. OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO	1
ARTÍCULO 3. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS	1
ARTÍCULO 4. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS	2
<b>CAPÍTULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA</b>	<b>2</b>
EPÍGRAFE I: CONSTRUCCIÓN	2
ARTÍCULO 5. REPLANTEO	2
ARTÍCULO 6. MOVIMIENTO DE TIERRAS	2
ARTÍCULO 7. CIMENTACIONES	3
ARTÍCULO 8. FORJADOS	3
ARTÍCULO 9. HORMIGONES Y MORTEROS	3
ARTÍCULO 10. MORTEROS	4
ARTÍCULO 11. ACERO LAMINADO	5
ARTÍCULO 12. AISLAMIENTOS	5
ARTÍCULO 13. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN	5
ARTÍCULO 14. OBRAS O INSTALACIONES NO ESPECIFICADAS	6
ARTÍCULO 15. CONDICIONES GENERALES A CUMPLIR POR LOS MATERIALES	6
ARTÍCULO 16. MAQUINARIA NECESARIA PARA EJECUCIÓN DE LA OBRA	8
EPÍGRAFE II: CULTIVO	8
ARTÍCULO 17. DIRECTOR DE FINCA	8
ARTÍCULO 18. MATERIALES A EMPLEAR PARA ABONADO	8
ARTÍCULO 19. CALENDARIO DE REALIZACIÓN DE LABORES	8
ARTÍCULO 20. PROCESO OPERATIVO	8
ARTÍCULO 21. ESTADO DEL TERRENO	9
ARTÍCULO 22. PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN	9
ARTÍCULO 23. LABORES COMPLEMENTARIAS	9
ARTÍCULO 24. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA	10
ARTÍCULO 25. PROCEDENCIA DE LA MAQUINARIA	10
ARTÍCULO 26. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA	10
ARTÍCULO 27. TIEMPO DE UTILIZACIÓN	10
ARTÍCULO 28. MEDIDAS DE SEGURIDAD	10
ARTÍCULO 29. MAQUINARIA NO EXPRESADA	11
ARTÍCULO 30. MATERIAL VEGETAL	11
ARTÍCULO 31. PROCEDENCIA DE LAS PLANTAS DE ENCINA MICORRIZADAS	11
ARTÍCULO 32. CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS DE ENCINAS MICORRIZADAS DE TUBER MELANOSPORUM VITT.	11
ARTÍCULO 33. TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE LAS PLANTAS DE ENCINAS MICORRIZADAS	13

ARTÍCULO 34. PRECAUCIONES PREVIAS A LA PLANTACIÓN	13
ARTÍCULO 35. REPLANTEO	13
ARTÍCULO 36. ÉPOCA DE PLANTACIÓN	13
ARTÍCULO 37. PLANTACIÓN	14
ARTÍCULO 38. OPERARIOS DE LA PLANTACIÓN	14
ARTÍCULO 39. REPOSICIÓN DE MARRAS	14
ARTÍCULO 40. ÉPOCA DE REALIZACIÓN DE LA PODA	14
ARTÍCULO 41. TRATAMIENTO DE LOS RESTOS DE PODA	14
ARTÍCULO 42. APLICACIONES DE RIEGOS	14
ARTÍCULO 43. RECOLECCIÓN	15
EPÍGRAFE III INSTALACIÓN DE RIEGO	15
ARTÍCULO 44. TUBERÍAS DE PVC	15
ARTÍCULO 45. TUBERÍAS PE	15
ARTÍCULO 46. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	16
ARTÍCULO 47. GRUPO DE BOMBEO	16
ARTÍCULO 48. MICROASPERORES	16
ARTÍCULO 49. CABEZAL DE RIEGO	16
ARTÍCULO 50. PUESTA A PUNTO DE LA INSTALACIÓN	17
ARTÍCULO 51. COMPROBACIÓN DE LA INSTALACIÓN	17
ARTÍCULO 52. MANEJO DE LA INSTALACIÓN	17
<b>CAPÍTULO III: CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA</b>	<b>17</b>
EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA	17
ARTÍCULO 53. REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS	17
ARTÍCULO 54. RESIDENCIA DEL CONTRATISTA	18
ARTÍCULO 55. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL DIRECTOR	18
ARTÍCULO 56. DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE	18
ARTÍCULO 57. COPIA DE LOS DOCUMENTOS	18
EPÍGRAFE II: TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES	18
ARTÍCULO 58. LIBRO DE ÓRDENES	18
ARTÍCULO 59. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	19
ARTÍCULO 60. MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS	19
ARTÍCULO 61. MEDIOS AUXILIARES	19
EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN	20
ARTÍCULO 62. RECEPCIONES PROVISIONALES	20
ARTÍCULO 63. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE	20
ARTÍCULO 64. RECEPCIÓN DEFINITIVA	21
ARTÍCULO 65. LIQUIDACIÓN FINAL	21
ARTÍCULO 66. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN	22
<b>CAPÍTULO IV: CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA</b>	<b>22</b>
EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL	22
ARTÍCULO 67. BASE FUNDAMENTAL	22

EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO	22
ARTÍCULO 68. PLAZO DE GARANTÍAS	22
EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES	22
ARTÍCULO 69. PRECIOS CONTRADICTORIOS	22
ARTÍCULO 70. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS	23
ARTÍCULO 71. REVISIÓN DE PRECIOS	23
ARTÍCULO 72. ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO	24
EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS	24
ARTÍCULO 73. VALORACIÓN DE LA OBRA	24
ARTÍCULO 74. MEDIDAS PARCIALES Y FINALES	25
ARTÍCULO 75. VALORACIÓN DE OBRAS INCOMPLETAS	25
ARTÍCULO 76. CARÁCTER PROVISIONAL DE LAS LIQUIDACIONES PARCIALES	25
ARTÍCULO 77. PAGOS	25
ARTÍCULO 78. SUSPENSIÓN POR RETRASO DE PAGOS	25
ARTÍCULO 79. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS	26
ARTÍCULO 80. INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA	26
ARTÍCULO 81. SEGURO DE LOS TRABAJOS	26
<b>CAPÍTULO V: CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL</b>	<b>27</b>
ARTÍCULO 82. JURISDICCIÓN	27
ARTÍCULO 83. ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS	27
ARTÍCULO 84. PAGO DE ARBITRIOS	28
ARTÍCULO 85. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO	28

## 1. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO

La motivación principal de este proyecto es proporcionar una aproximación objetiva de la factibilidad, viabilidad técnica y rentabilidad financiera en la transformación de una parcela agrícola de uso tradicionalmente cerealista de secano, en una plantación productora de trufa negra (*T.melanosporum* Vitt.)

## **CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES**

### ARTÍCULO 1. OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO

Se considerarán sujetas a las condiciones de este pliego todas las obras cuyas características, planos y presupuestos se adjuntan en las partes correspondientes del presente proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias aquellas que por su naturaleza no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos. Las obras accesorias se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija, se construirán sobre la base de los proyectos particulares que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el ingeniero director de la obra.

### ARTÍCULO 2. OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas en este pliego de condiciones, al adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del ingeniero director de la obra, y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El ingeniero director de la obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales serán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello dé derecho a ningún tipo de reclamación por parte del adjudicatario.

### ARTÍCULO 3. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entrega al contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los planos, el pliego de condiciones, cuadros de precios y presupuesto parcial y total, que se incluyen en el presente proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la Justificación de Precios, tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado, deberá ponerse en conocimiento de la dirección técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

#### **ARTÍCULO 4. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS**

En caso de contradicción entre Planos y Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

### **CAPÍTULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA**

#### **EPÍGRAFE I: CONSTRUCCIÓN**

##### **ARTÍCULO 5. REPLANTEO**

Antes de empezar las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se realizarán de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se encargará de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

##### **ARTÍCULO 6. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Se refiere a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de zanjas.

Se adoptarán las condiciones generales de seguridad en el trabajo así como las condiciones relativas a los materiales, control de la ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

- NTE-AD "Acondicionamiento del terreno. Desmontes"
- NTE-ADE "Explanaciones"
- -ADV "Vaciados"

- NTE-ADZ "Zanjas y pozos"

## ARTÍCULO 7. CIMENTACIONES

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el Ingeniero Director señale, con independencia de lo señalado en el Proyecto, que tienen carácter meramente informativo. No se rellenarán los cimientos hasta que lo ordene el Director.

El Ingeniero Director queda facultado para introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que juzgue oportuno en función de las características particulares que presente el terreno.

Se adoptan las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad especificados en las normas:

- TE-CSZ "Cimentaciones superficiales. Zapatas".
- NTE-CSC "Cimentaciones superficiales corridas".
- NTE-CSL "Cimentaciones superficiales. Losas".

## ARTÍCULO 8. FORJADOS

El presente artículo regula los aspectos relacionados con la ejecución de forjados presentados autorresistentes armados de acero, o de cualquier otro tipo con bovedillas cerámicas u hormigón fabricado en obra o prefabricado bajo cualquier patente.

Las condiciones de ejecución de seguridad en el trabajo, de control y ejecución, de valoración y de mantenimiento, son las establecidas en el R.D. 1630/1980 de 18 de julio y en las normas:

- NTE-EHU: forjados unidireccionales
- NTE-EHR: forjados reticulares
- NTE-EAF: forjados

## ARTÍCULO 9. HORMIGONES Y MORTEROS

La docilidad del hormigón será la necesaria para que, con los medios presentes de puesta en obra compactación, rellene perfectamente los encofrados sin que aparezcan coqueras. Todo esto se valorará determinando la consistencia de los hormigones empleados mediante el procedimiento descrito en el método de ensayo UNE-7130.

Los defectos, grietas, deformaciones, roturas, etc., no admisibles a juicio del director de obra que presenten las obras de fábrica serán motivo más que suficiente para ordenar su

demolición con la consiguiente reconstrucción, sin derecho de indemnización por parte del contratista.

Los moldes y encofrados serán suficientemente impermeables para que no tengan lugar los escapes por las juntas y lo bastante resistentes para que no se produzcan flexiones o deformaciones. El sistema de moldeo y encofrado merecerá la expresa aprobación del ingeniero director de obra.

Las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa, armado o presentado, fabricados en obras o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la instrucción EHE-08: "Instrucción de Hormigón Estructural". Asimismo se adopta lo establecido en las normas NTE-EH "Estructuras de hormigón".

Las características mecánicas de los materiales, dosificaciones y niveles de control son las que se fijan en el presente proyecto.

**CARACTERÍSTICAS:** Se ajustarán a las especificaciones contenidas en la Documentación Técnica, cuidando la dosificación y midiendo la consistencia en fresco, estando prohibido el uso de aditivos, salvo autorización escrita de la Dirección Facultativa.

**MEDICIÓN DE LOS COMPONENTES:** El cemento se medirá preferentemente, si se dispone de medios para ello, en peso; en todo caso se procurará la máxima exactitud. Los áridos se medirán en volumen, cuidando que los recipientes para las mediciones estén siempre llenos y enrasados, sin colmo.

**AMASADO:** El vertido de los materiales se hace en el siguiente orden:

1. Aproximadamente la mitad del agua.
2. El cemento y la arena simultáneamente.
3. La grava.
4. El resto del agua.

El amasado se hará siempre en hormigonera y el periodo de batido será suficiente para conseguir la mezcla homogénea de los componentes.

Si el hormigón es servido por central, cumplirá todas las especificaciones anteriores y se prohibirá agregar agua al hormigón en el recipiente de transporte o durante su manipulación.

## ARTÍCULO 10. MORTEROS

El amasado se hará siempre en hormigonera y el periodo de batido será suficiente para conseguir la mezcla homogénea de los componentes y una consistencia del mortero conveniente.

Las proporciones indicadas se consideran como reguladoras, pudiendo modificarse dentro de los límites prudentes, según lo exige la naturaleza de los materiales.

El mortero de cemento y sobre todo si fuera de fraguado rápido, se hará en pequeñas cantidades y su empleo será inmediato, para que tenga lugar antes del principio del fraguado.

La cantidad de agua se fijará en cada caso por el Ingeniero Director (no deberá hacerse en ningún caso el rebatido de morteros).

## ARTÍCULO 11. ACERO LAMINADO

Se establece 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 sus elementos estructurales, como sus elementos de unión. Así como se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de la ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adopta lo establecido en las normas:

- NBE-MV-102: Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación. Se fijan los tipos de uniones, la ejecución en taller, montaje de obra, las tolerancias y las protecciones.
- NBE-MV-103: Acero laminado para estructuras de edificaciones. Donde se fijan las características del acero laminado, la determinación de sus características y los productos actualmente utilizados.
- NBE-MV-105: Roblones de acero
- NBE-MV-106: Tornillos ordinarios calibrados para la estructura del acero.

## ARTÍCULO 12. AISLAMIENTOS

Los materiales a emplear y ejecución de la instalación de aislamiento estarán de acuerdo con lo prescrito en la norma NBE-CT-79 sobre condiciones térmicas de los edificios, que en su anejo 5 establece las condiciones de los materiales empleados para aislamiento térmico así como control, recepción y ensayos de dichos materiales, y en el anejo 6 establece diferentes recomendaciones para la ejecución de este tipo de instalaciones.

## ARTÍCULO 13. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN

Son las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuegos y rayos.

Se cumplirá lo prescrito en la norma NBE-CPI-91 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la norma NTE-IPF "Protección contra el fuego", y

anejo nº6 de la EHE-08. Así como se adoptará lo establecido en la norma NTE-IPP "Pararrayos".

#### ARTÍCULO 14. OBRAS O INSTALACIONES NO ESPECIFICADAS

Si durante los trabajos fuera necesario ejecutar alguna 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.

#### ARTÍCULO 15. CONDICIONES GENERALES A CUMPLIR POR LOS MATERIALES

Todos los materiales que se empleen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establezcan en el presente Pliego de Condiciones y deberán ser aprobadas por el Ingeniero Director.

**ARIDOS:** La arena que se emplee en la construcción será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual, si fuera necesario se tamizará y lavará convenientemente en agua limpia.

Las gravas que se serán producidas por machaqueo y cumplirán las siguientes condiciones:

1. No serán descomponibles por agentes atmosféricos.
2. No contendrán sustancias que perjudiquen al hormigón o alteren el fraguado, tales como arcillas, limos, carbones, productos afrutados, materia orgánica, etc.
3. horizontal entre barras, admitiéndose a lo sumo el 10% de los elementos más gruesos de esta separación.
4. El tamaño máximo del árido no superará en ningún caso a la 1/4 parte de la mínima dimensión del elemento a ejecutar, ni superior a los 5/6 de la distancia.
5. Tendrán resistencia no inferior a la exigida al hormigón

**MORTERO:** El fraguado de los morteros de cemento no debe comenzar antes de una hora, ni terminar antes de cuatro ni después de doce.

La estabilidad del volumen debe ser completa.

La resistencia del mortero normal a compresión a los 28 días será de 200 Kg/m<sup>2</sup> como mínimo.

**AGUA:** El agua empleada en la confederación de los morteros será potable, no admitiéndose aguas salitrosas, no magnésicas, así como todas aquellas que contengan sustancias perjudiciales para la resistencia y conservación en buen estado de los morteros y hormigones.

La cantidad de agua que ha de emplearse para el batido de los morteros y hormigones ha de ser estrictamente la precisa para efectuar esta operación.

**CEMENTO:**

-Cementos naturales: Deberán ser el resultado de la molienda de rocas calizas-arcillosas después de calcinadas, sin agregar ninguna sustancia extraña.

-Cementos artificiales: Serán de marcas acreditadas y sometiendo los productos a los análisis químico-mecánicos y de fraguado, darán los resultados exigidos para esta clase de materiales.

Ambos cementos irán envasados y se almacenarán convenientemente, a fin de que no pierdan las condiciones de bondad necesarias para ser aplicadas en la construcción. El cemento deberá estar en el momento de su empleo en estado pulverizado y perfectamente seco.

**ENCOFRADOS:** Los encofrados podrán ser de madera, metálicos o mixtos, pero siempre deberán ofrecer la rigidez suficiente para soportar sin deformación apreciable los esfuerzos debidos a la puesta en obra del hormigón necesario para la ejecución de la obra, así como su posterior vibrado. Estos encofrados deberán estar fuertemente anclados al subsuelo para evitar que por su cesión se puedan formar grietas en los bordes o en las proximidades de las juntas longitudinales o transversales.

El vibrado del mismo, se realizará bien con regla vibrante o con vibradores internos de forma que se consiga la máxima compacidad de las mezclas.

**HORMIGONADO CON TEMPERATURAS EXTREMAS:** Durante los días de heladas no se permitirá trabajar en función alguna en que se emplee mortero de cualquier clase que sea. Cuando pudiera sospecharse que durante la noche la temperatura había de descender por debajo del cero de los termómetros centígrados, se abrigarán cuidadosamente fábricas con esteras, pajas y otros medios que sean aprobados por el Ingeniero Director. Se demolerá toda obra en que se compruebe que el mortero se encuentra deteriorado a consecuencia de las heladas.

Para el caso de grandes calores, el Ingeniero Director está facultado para suspender la ejecución de las obras si lo estima necesario.

El hormigonado se continuará una vez que se haya comprobado que el hormigón anteriormente colocado no ha sufrido daño alguno o, en su caso, después de la demolición de la zona dañada.

**CURADO DEL HORMIGÓN:** Una vez terminado el hormigonado, y durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, se mantendrá éste con humedad constante de diez (10) a quince (15) días, dependiendo de la época del año.

El curado podrá realizarse manteniendo húmeda la superficie del pavimento, mediante riego directo que no produzca deslavado del hormigón o a través de materiales que retengan la humedad y no contengan sustancias nocivas, para el hormigón. Estas materias pueden ser sacos, arena, plásticos, etc.

**MATERIALES METÁLICOS:** Los materiales metálicos serán de la mejor calidad o clase, sin deformaciones, roturas ni otros defectos.

No se permitirán empalmes ni acopladuras en las piezas que formen parte de las armaduras.

En las piezas compuestas para uniones de otras, la longitud, forma y situación de las cubrejuntas y el nº y diámetro de los tornillos se ajustarán a las instrucciones que previamente dicte el Ingeniero Director.

Todos los materiales serán de buena calidad, exentos de deformaciones y roturas, estarán bien trabajados, presentando buen ajuste en todos los empalmes y juntas.  
Los hierros forjados deben ser hechos por obreros especializados.

OTROS MATERIALES: Los demás materiales que entren en las obras, para los que no se detallan condiciones, serán de primera calidad y antes de colocarlos en la obra serán reconocidos por el Ingeniero Director, quedando en su mano la facultad de desecharlos.

## ARTÍCULO 16. MAQUINARIA NECESARIA PARA EJECUCIÓN DE LA OBRA

La maquinaria que se precisa para la ejecución de los trabajos a realizar en la parcela de actuación deberá ajustarse a lo que se describe en el presente Pliego.

Si la Dirección de Obra lo considera necesario, se podrá cambiar cualquier máquina descrita por otra que se considere más oportuna para la buena marcha de la ejecución de los trabajos.

Se atenderá que la adquisición de la maquinaria se deba tanto a su buena calidad como a la facilidad de recambios de cualquiera de sus partes en caso de rotura o desgaste.

No deberá presentar parte alguna que pudiera ocasionar accidentes graves a los trabajadores, estando debidamente protegidas las partes que presenten cierto peligro como cadenas, correas y demás partes móviles.

## EPÍGRAFE II: CULTIVO

### ARTÍCULO 17. DIRECTOR DE FINCA

El director de la finca queda facultado para introducir las variaciones que crea convenientes, siempre y cuando no varíe en lo fundamental los principios que deben guiar la explotación.

### ARTÍCULO 18. MATERIALES A EMPLEAR PARA ABONADO

Aunque en principio no se realizará ningún tipo de abonado, si en algún momento de la vida del proyecto se tuviera que llevar a cabo cualquier tipo de enmienda o fertilización, los productos empleados serán los de mayor calidad que exista en el mercado.

### ARTÍCULO 19. CALENDARIO DE REALIZACIÓN DE LABORES

Todas las labores necesarias se harán en la época y forma que queda especificada en la Memoria y en los Anejos correspondientes, utilizando la maquinaria y aperos que en ellos se señalan.

### ARTÍCULO 20. PROCESO OPERATIVO

**PREPARACIÓN DEL TERRENO:** El tractor avanzará labrando en besanas largas de ida y vuelta. Se utilizará un arado de vertedera, un subsolador y un cultivador.

**MANTENIMIENTO DEL SUELO:** En el año 1 se realizará un pase de cultivador con sistema de regulación de profundidad o las gradas de disco a una profundidad de 30 cm la 1ª quincena de febrero y un segundo y tercer pase la 2ª quincena de abril y la 2ª quincena de octubre. En el año 2 se realizará un pase con cultivador a 15 cm de profundidad la 1ª quincena de mayo y la 2ª quincena de octubre. Entre el año 3-6 se realizarán pases con cultivador a 15 cm de profundidad la 1ª quincena de marzo, la 1ª quincena de junio y la 2ª quincena de octubre. Entre los años 7-12 se realizarán pases con cultivador a 10 cm de profundidad la 2ª quincena de marzo y la 2ª quincena de octubre y del año 13 en adelante se realizará un pase de motodesbrozadora para eliminar malas hierbas la 2ª quincena de mayo.

**PLANTACIÓN:** Se deberá realizar en el menor tiempo posible pero asegurando la buena ejecución de la misma.

## ARTÍCULO 21. ESTADO DEL TERRENO

El laboreo se realizará siempre en momentos en que el contenido de humedad del suelo sea el apropiado; estado de "tempero".

## ARTÍCULO 22. PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN

**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 del terreno como en la plantación.

**Sequía:** Los trabajos de preparación y plantación podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director cuando de la falta de tempero pueda deducirse un fracaso en la plantación.

**Heladas:** Tanto en los trabajos de preparación del terreno como de plantación en época de heladas, la hora de comienzo de los trabajos será marcada por el Ingeniero Director.

**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.

El Ingeniero en todo caso adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios y será responsable de evitar su propagación, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir.

## ARTÍCULO 23. LABORES COMPLEMENTARIAS

Como complemento al laboreo y si se estimase necesario, puede procederse a la eliminación de piedras excesivas, o de cualquier otro objeto extraño tales como raíces, que pudiesen entorpecer los trabajos sobre el terreno. Esta operación complementaria se considerará incluida dentro del laboreo para la plantación y la siembra.

## ARTÍCULO 24. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA

Las características que debe cumplir la maquinaria a utilizar en la explotación, serán indicadas en el correspondiente Anejo. Si estas máquinas no se encontrasen en el momento en el mercado, podrán ser sustituidas por otras de características similares.

## ARTÍCULO 25. PROCEDENCIA DE LA MAQUINARIA

La tracción y la maquinaria utilizada en las labores de los distintos cultivos serán alquiladas en su gran mayoría y escasamente propias para el mantenimiento del cultivo.

## ARTÍCULO 26. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA

Las piezas y mecanismos que así lo pudieran requerir deberán engrasarse para mantener la maquinaria en óptimas condiciones para el trabajo, evitando de ésta forma los desgastes extras que ésta pudiera sufrir. Se deberá disponer en la explotación de las piezas de reposición más frecuentes para poder ser utilizadas con rapidez y subsanar la avería correspondiente en la máquina; igualmente habrá que disponer herramientas auxiliares propias y necesarias para la colocación de la pieza averiada.

Toda maquinaria permanecerá el tiempo mínimo a la intemperie, impidiéndole de esta manera que pueda sufrir la influencia negativa de los agentes atmosféricos que pudieran perjudicar el buen estado de la misma.

## ARTÍCULO 27. TIEMPO DE UTILIZACIÓN

El número de horas de empleo de cada una de las distintas máquinas serán las que aparezcan desglosadas en el Anejo correspondiente a los elementos de trabajo, no debiéndose utilizar en número superior a las mismas, ni ser utilizadas en operaciones externas que no hayan sido convenientemente estimadas en el Proyecto sin que tengan el previo consentimiento del Ingeniero director.

## ARTÍCULO 28. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Todos y cada uno de los operarios que trabajen con la maquinaria lo harán con las máximas garantías de cumplimiento de la Normativa vigente sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo, durante el manejo de la misma.

Del mismo modo la maquinaria dispondrá de todos los dispositivos de seguridad que fuesen o se estimasen necesarios para reducir al máximo el riesgo de posibles incidentes y concretados de acuerdo con la Inspección de Trabajo.

#### ARTÍCULO 29. MAQUINARIA NO EXPRESADA

Si por cualquier circunstancia fuese necesaria la modificación de la maquinaria que se expresa en el Anejo correspondiente, el Director de la explotación estará facultado para la introducción de las variantes necesarias, siempre que las innovaciones estén de acuerdo con el trabajo que deberán llevar a cabo y dentro de los límites económicos propuestos y presupuestados en el Proyecto.

#### ARTÍCULO 30. MATERIAL VEGETAL

Las plantas de encina utilizadas, estarán micorrizadas del hongo *Tuber melanosporum* Vitt y cumplirán las normas de la C.E. para la producción y comercialización de la trufa negra.

#### ARTÍCULO 31. PROCEDENCIA DE LAS PLANTAS DE ENCINA MICORRIZADAS

El lugar de procedencia de las plantas de encina micorrizada de *Tuber melanosporum* Vitt debe reunir condiciones climáticas semejantes a las de la zona objeto del proyecto para su buen desarrollo y sea, como norma general, un vivero oficial o plenamente acreditado.

#### ARTÍCULO 32. CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS DE ENCINAS MICORRIZADAS DE *TUBER MELANOSPORUM* VITT.

Antes de emplear la planta el Contratista deberá presentar muestras adecuadas al Ingeniero Director para que este pueda realizar los ensayos necesarios y así decidir si procede o no la admisión de la misma.

Serán rechazadas las plantas que:

- En cualquiera de sus órganos o de su madera sufran o puedan ser portadoras de plagas o enfermedades.
- Cuyos cepellones se encuentren contaminados por otros hongos indeseables, ajenos a *Tuber melanosporum* Vitt.
- Se encuentren con un grado de deshidratación de la vegetación, por calor, sol o viento, producido durante el porte, siempre que el grado de deshidratación sea excesivo para la recuperación de la vegetación.
- Que hayan sido cultivadas en un vivero sin espaciamiento suficiente para su correcto desarrollo y se haya producido un hilerado excesivo.

- Que sufran daños excesivos y no recuperables a causa de las bajas temperaturas.
- Que hayan tenido crecimientos desproporcionados por haber sido sometidas a tratamientos especiales o por otras causas.
- Que durante el transporte hayan sufrido daños o roturas por manipulación defectuosa.

La aceptación de una planta en cualquier momento, no será obstáculo para que sea rechazada en el futuro, si se encontrarán defectos en su uniformidad.

Si el Contratista acopiara plantas que no cumpliesen las condiciones de este pliego, el Ingeniero Director dará las órdenes para que sin peligro de confusión, sean separadas de las que cumplen y sustituidas por otras adecuadas.

Únicamente, si el material vegetal recibido es plenamente conforme y no presenta problemas, se deberá aceptar el envío.

Si hubiese anomalías graves, el envío se rechazaría totalmente o se levantaría un acta notarial inmediatamente, remitiendo al vivero de origen la oportuna reclamación.

La utilización de la planta, no libera al Contratista, en ningún caso, de la obligación de que los materiales cumplan las condiciones que se especifican en el Pliego y que habrán de comprobarse siempre mediante ensayos correspondientes.

El Promotor no asume la responsabilidad de asegurar que el contratista encuentre en el lugar de procedencia elegido la planta adecuada en cantidades suficientes para la repoblación proyectada, en el momento de su ejecución.

La procedencia indicada sirve para definir la distancia de transporte de la planta y para fijar los excesos de transporte de la misma, en los casos en que el Promotor autorice al Contratista a utilizar materiales de otra procedencia, con mayor distancia de transporte y le reconozca el derecho a la percepción de dichos excesos. Las características de la planta a utilizar, vendrán determinadas por los valores mínimos exigibles de los siguientes parámetros:

- Altura: Longitud desde las hojas hasta el cuello de la raíz.
- Grosor: Diámetro en milímetros del brote del cuello.
- Forma del sistema radical: Debe estar ramificado equilibradamente, con numerosas raicillas laterales y abundantes terminaciones meristemáticas.

Es muy importante que la mayor parte del sistema radical esté plenamente micorrizado con *Tuber melanosporum* Viit.

- Relación raíz / parte aérea: Se define en longitud o en peso. Si se expresa en peso, cada una de las partes no debe superar 1,8 veces el de la otra.
- Hojas y ramificaciones: La planta de tallo espigado y sin ramificar debe ser rechazada, pues no dará en el cuello de la raíz los diámetros mínimos exigibles.
- Estado: No debe mostrar signos de enfermedad, ni presentar coloraciones que puedan atribuirse a deficiencias nutritivas. No debe confundirse la coloración por deficiencias con el cambio que experimentan debido a las heladas, que en nada merma la calidad de la planta.
- Edad: Viene determinada por el número de savias o tiempo de permanencia en el vivero hasta su trasplante al monte. Se expresa en años o en periodos vegetativos.

La planta que utilizaremos será *Quercus ilex ssp. rotundifolia* en envase tipo Melfert. Con edad de 3-4 años como mucho, una altura entre 20 y 25 cm y un grosor de entre cinco y seis mm.

Presentará amplia micorrización en las raíces con *Tuber melanosporum* Vitt. La calidad de la planta se ajustará siempre a las normas de calidad CE de materiales forestales de reproducción comerciables.

### ARTÍCULO 33. TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE LAS PLANTAS DE ENCINAS MICORRIZADAS

El transporte de las plantas de encina micorrizadas de *Tuber melanosporum* Vitt debe ser directo, sin cargas ni descargas intermedias, mediante el sistema de “puerta a puerta” y lo más rápido posible. La zona de transporte del vehículo deberá estar cerrada, para evitar daños a las plantas por bajas temperaturas o desecaciones innecesarias. La recepción de los pies debe tenerse preparada y tiene que realizarse con la máxima atención. La descarga se realizará de forma rápida y cuidadosa a la vez y con los medios necesarios, aprovechando este momento para revisar cuidadosamente el envío comprobando el número, clase y estado de las plantas recibidas. Se debe hacer, al mismo tiempo, una comprobación del etiquetado e identificación de los lotes y la coincidencia de lo recibido con el pedido original.

### ARTÍCULO 34. PRECAUCIONES PREVIAS A LA PLANTACIÓN

Cuando la plantación no pueda efectuarse después de recibir las plantas de encina se procederá a su depósito. El depósito consiste en remojar durante un minuto en un cubo de agua a las plantas en cepellón, luego se las deja escurrir; a continuación se guardan durante algunas semanas en un lugar seco, aireado y al abrigo del hielo.

### ARTÍCULO 35. REPLANTEO

El replanteo se realizará de la manera y con los utensilios especificados en la Memoria y en el Anejo correspondiente.

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra, una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

La Dirección Técnica será la encargada de introducir las variaciones necesarias si así lo estima oportuno.

## ARTÍCULO 36. ÉPOCA DE PLANTACIÓN

La plantación se realizará en la época indicada en la Memoria. Si en el momento de realizar la plantación se produjeran heladas, ésta deberá aplazarse hasta que desaparezcan, procediendo además con las medidas oportunas para evitar daños en las plantas.

## ARTÍCULO 37. PLANTACIÓN

En la plantación se seguirá la Legislación vigente, por la cual se prohíbe realizar la misma a menos de 3 metros del límite de una propiedad. La apertura de hoyos, profundidad de plantación, marco de plantación, colocación de las plantas y demás operaciones propias de la plantación, vienen expresadas en la Memoria y Anejos correspondientes, siendo atribución de la Dirección Técnica cualquier cambio de los mismos siempre que ésta lo considerase adecuado.

## ARTÍCULO 38. OPERARIOS DE LA PLANTACIÓN

El tractorista 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 máquina. Los operarios trabajarán en condiciones de máxima seguridad en cuanto al uso de la maquinaria se refiere.

## ARTÍCULO 39. REPOSICIÓN DE MARRAS

Las marras existentes deben ser repuestas con plantas idénticas a las que se utilizan en la plantación. Las plantas que han fallado deben reponerse el primer año y si alguna volviese a fallar, en el segundo año también se puede reponer. Cuando la plantación tenga tres o más años, estas reposiciones ya no prosperarán ya que los individuos próximos y ya establecidos llegarían a anular la nueva planta.

## ARTÍCULO 40. ÉPOCA DE REALIZACIÓN DE LA PODA

La poda se realizará siempre cuando el árbol se encuentre dentro del periodo de parada vegetativa (huyendo de las épocas con fuertes heladas) ejecutándose de la forma expresada en la Memoria y en los Anejos correspondientes, siendo competencia y responsabilidad de la Dirección Técnica cualquier cambio que se realice.

## ARTÍCULO 41. TRATAMIENTO DE LOS RESTOS DE PODA

Las ramas podadas quedarán siempre acumuladas en lugares que no estorben al paso de la maquinaria, utilizándose los restos de poda para leña, etc.

## ARTÍCULO 42. APLICACIONES DE RIEGOS

Los riegos se ejecutarán de la forma que se especifica en la Memoria y Anejos correspondientes, siendo competencia de la Dirección Técnica los cambios que se estimen necesarios. Para el riego se utilizará agua procedente del pozo próximo a la explotación. En caso de intuirse algún tipo de contaminación nociva para los cultivos en el agua, se procederá a su análisis en el menor tiempo posible y no se hará uso de la misma hasta que se sepan los resultados y éstos sean favorables. Siempre que sea posible, se regará entre el atardecer y las primeras horas de la mañana, cuando hay poca diferencia de temperatura entre el agua y el aire, para evitar quemaduras en la vegetación.

## ARTÍCULO 43. RECOLECCIÓN

Según el Decreto del 18 de Junio de 1972, nº 1688/72 del Ministerio de Agricultura, por el cual se rige la búsqueda y recolección de la trufa negra de invierno, los dueños de explotaciones truferas podrán ejecutar la recolección de trufas entre las fechas del 15 de noviembre y finales de Marzo.

## EPÍGRAFE III INSTALACIÓN DE RIEGO

### ARTÍCULO 44. TUBERÍAS DE PVC

Los diámetros de tuberías que emplearemos en el proyecto son los que se indican en el Anejo correspondiente.

Las tuberías de PVC estarán fabricadas por el procedimiento de extrusión con prensas de velocidad, presión y temperaturas controladas, previstas para funcionamiento continuo.

Se asegurará que la empresa constructora realiza el control de calidad de forma seria y satisfactoria.

Las superficies de los tubos para su machihembrado, deberán estar limpias lisas y pulidas; estas superficies se deberán limpiar de polvo e impurezas con un disolvente de tolueno, para asegurar un buen acoplamiento.

Después de cinco minutos de secado del disolvente, se extenderá pegamento de PVC uniformemente por la boca interior del tubo hembra y el exterior del tubo macho y se procederá a insertar éste en aquel.

En ningún caso se debe realizar esta operación girando un tubo sobre otro, simplemente se deslizará un tubo hacia el otro y se dejará descansar la unión sobre la arena de relleno de la zanja.

Habrá que dejar un tiempo de tres horas para asegurar el total fraguado del pegamento, antes de proceder a nuevas manipulaciones con los tubos conectados.

Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de sus medidas anunciadas por el fabricante.

#### ARTÍCULO 45. TUBERÍAS PE

Se utilizarán para el conjunto de laterales tuberías de PE de baja densidad según norma UNE-12.201, PN4 de Ø 20 mm y 17,4 mm de diámetro interior, para una presión de 4 atm.

El Contratista presentará al Director Facultativo los documentos del fabricante que acrediten las características del material.

Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante.

#### ARTÍCULO 46. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

Las tuberías de PVC irán enterradas a 80 cm de profundidad en zanja de 60 cm de anchura y serán montadas por personal especializado, teniendo especial cuidado en colocar el hidrante en coincidencia exacta con las marcas dispuestas en el replanteo. La instalación de la tubería enterrada será anterior a la construcción de la caseta de riego.

Una vez instaladas y colocadas las tuberías, se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas: en la primera se cubrirán con una ligera capa de arena y tierra hasta la prueba hidráulica de instalación; en la segunda, una vez probada la instalación si no se detectan fugas, se procederá al relleno definitivo de la zanja, para lo cual se empleará el resto de la tierra, junto con los elementos más gruesos, procediendo luego a la compactación definitiva por capas de 30 cm, evitando que se formen huecos en las proximidades de las piezas.

Las tuberías laterales de PE irán sobre el terreno y en la dirección de las líneas de plantación.

#### ARTÍCULO 47. GRUPO DE BOMBEO

Será capaz de suministrar el caudal a la presión que se detalla en la Memoria y Anejos, será de características específicas. La casa comercial suministradora de la bomba se responsabilizará del transporte e instalación definitiva y la comprobación del buen funcionamiento, incluso de los automatismos que lleve incorporados, 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.

#### ARTÍCULO 48. MICROASPERSORES

Los microaspersores serán de las características especificadas en el anejo correspondiente. Deberán cumplir las condiciones precisas de dureza, no fragilidad, estanqueidad y resistencia a la corrosión.

#### ARTÍCULO 49. CABEZAL DE RIEGO

Se compondrá de todos los elementos que se especifican en la documentación técnica del proyecto.

Una vez instalado por completo el cabezal se comprobará el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos integrantes.

La empresa instaladora, se comprometerá a solucionar las posibles averías en menos de 48 horas.

#### ARTÍCULO 50. 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 riego, se procederá al limpiado de las tuberías principales dejando correr el agua hasta que salga por los extremos de las tuberías alimentadoras, utilizando un producto detergente que no sea corrosivo para las tuberías.

#### ARTÍCULO 51. COMPROBACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Una vez colocada la instalación y realizadas las pruebas y comprobaciones anteriores, se procederá a la observación global del funcionamiento de dicha instalación. Asimismo, se comprobará la inexistencia de cavitación en las tuberías. Y se comprobará el buen funcionamiento de los sistemas de programación del riego.

#### ARTÍCULO 52. MANEJO DE LA INSTALACIÓN

En épocas de recolección, labores mecánicas, preparación del terreno, etc. se debe tener especial cuidado con la instalación de riego, sobre todo con las tuberías laterales. El grupo de bombeo, debe contar con los elementos correspondientes.

## **CAPÍTULO III: CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA**

### **EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA**

#### **ARTÍCULO 53. REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS**

Por la dirección técnica se solicitarán ofertas a las empresas especializadas del 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 la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación. El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

#### **ARTÍCULO 54. RESIDENCIA DEL CONTRATISTA**

Desde que se dé 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 notificándose expresamente, la persona que durante su ausencia, le 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 caracterizado o de mayor categoría técnica de entre los empleados y operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, 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.

#### **ARTÍCULO 55. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL DIRECTOR**

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 expresión 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 reclamaciones.

#### **ARTÍCULO 56. DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE**

Por falta de 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 la marcha de los trabajos, el contratista tendrá la

obligación de sustituir a sus dependientes y operarios cuando el ingeniero director lo reclame.

## **ARTÍCULO 57. COPIA DE LOS DOCUMENTOS**

El contratista tiene el 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.

## **EPIGRAFE II: TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES**

### **ARTÍCULO 58. LIBRO DE ÓRDENES**

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el ingeniero director de la obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de dichas órdenes por oficio es obligatorio para el Contratista, al igual que las del presente Pliego de Condiciones, siempre que en las 24 horas siguientes a la firma como enterado, no presente reclamación sobre las mismas.

### **ARTÍCULO 59. 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 el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga 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 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 extiende y abonan a buena cuenta.

### **ARTÍCULO 60. MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS**

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos son que estos sean antes 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 sobre 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 fueran de la calidad requerida o no estuviese perfectamente preparados, el ingeniero director dará orden al contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos, o a falta de éstos, a las órdenes del ingeniero director.

## **ARTÍCULO 61. MEDIOS AUXILIARES**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el ingeniero director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuesto determinen para cada unidad de obra y tipo de 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 alguna 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.

## **EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN**

### **ARTÍCULO 62. RECEPCIONES PROVISIONALES**

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del propietario, del ingeniero director de la 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 no 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.

## ARTÍCULO 63. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE

Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el ingeniero director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc. Que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el contratista a revisar y repasar la obra el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Disposiciones Económicas.

El contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que presentará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la dirección facultativa.

## ARTÍCULO 64. RECEPCIÓN DEFINITIVA

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien 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 ingeniero director de la obra y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si 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.

## **ARTÍCULO 65. 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 aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la entidad propietaria con el visto bueno del ingeniero director.

## **ARTÍCULO 66. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN**

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatario, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

## **CAPÍTULO IV: CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

### **EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL**

#### **ARTÍCULO 67. BASE FUNDAMENTAL**

Como base fundamental de estas Disposiciones económicas, se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y Particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

### **EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO**

#### **ARTÍCULO 68. PLAZO DE GARANTÍAS**

El plazo de garantía será de un año. Una vez transcurrido este plazo se verificará la recepción definitiva con las mismas personas y en las mismas condiciones que la provisional y estando las obras bien conservadas y en perfecto estado, el Contratista hará entrega de las mismas, quedando relevado de toda responsabilidad. En caso contrario, se retrasará la recepción definitiva hasta que a juicio de la Dirección Facultativa y dentro del plazo que ésta marque, queden las obras del modo y forma que determine el presente Pliego. Si del nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido se

quedará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la administración crea procedente concederle un nuevo plazo que sea prorrogable.

### **EPIGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES**

#### **ARTÍCULO 69. PRECIOS CONTRADICTORIOS**

Si ocurriese algún caso por virtud de la 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 otro 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 fijar el director y a concluirlo a satisfacción de éste.

#### **ARTÍCULO 70. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS**

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportunas, 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 las indicaciones que, sobre las obras se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o 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 la rescisión de 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 cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán 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.

## ARTÍCULO 71. 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 precios 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 anomalías con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello en los casos de revisión al alza, el contratista puede solicitarla del propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de 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, sufra un aumento al alza, 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 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 desee percibir como normales en el mercado, aquél tiene la facultad de proponer al contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, 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., concertarán entre las dos partes, la baja a realizar en los precios unitarios vigentes de obra y la fecha en que empezará a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá en procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

## ARTÍCULO 72. 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, 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 esta 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.

## **EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS**

### **ARTÍCULO 73. 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 tuviesen 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.

### **ARTÍCULO 74. MEDIDAS PARCIALES Y FINALES**

Las mediciones 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 acto que se extienda, de haberse verificado la medición y en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de aplicar las razones que a ello obliga.

### **ARTÍCULO 75. VALORACIÓN DE OBRAS INCOMPLETAS**

Cuando, por consecuencia de rescisión u otras causas, fuera preciso valorar incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

### **ARTÍCULO 76. 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 jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar dicho contratista los comprobantes que se exijan.

## ARTÍCULO 77. PAGOS

Los pagos se efectuarán en euros 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.

## ARTÍCULO 78. SUSPENSIÓN POR RETRASO DE PAGOS

En ningún caso podrá el contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

## ARTÍCULO 79. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS

El importe de la indemnización que debe abonar el contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

## ARTÍCULO 80. 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 epígrafe, se considerarán como tales casos únicos los que siguen:

1. Los incendios causados por electricidad atmosférica.
2. Los daños producidos por terremotos y maremotos.
3. Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
4. Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
5. Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, 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.

## ARTÍCULO 81. 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 los trabajos 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 los de 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 causado el contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causado por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el ingeniero director.

En las obras de reformas o reparación se fijará previamente la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía y si nada se previera, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte del edificio afectado por la obra.

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.

## CAPÍTULO V: CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

### ARTÍCULO 82. JURISDICCIÓN

Para cuantas cuestiones, litigios o deferencias pudieran, 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 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.

El contratista es responsable de toda falta relativa a la política urbana y a las ordenanzas municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación está emplazada.

### ARTÍCULO 83. ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en 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 a 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.

### ARTÍCULO 84. PAGO DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, 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 en los que el ingeniero director considere justo hacerlo.

## ARTÍCULO 85. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del contratista.
2. La quiebra de la contrata.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, en 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.

3. Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

- a) La modificación del proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales el mismo, a juicio del ingeniero director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente el 40% como mínimo, de alguna de las unidades del proyecto.
- b) La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones de un 40% como mínimo, de las unidades del proyecto modificadas.

4. La suspensión de la obra comenzada 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.

5. La suspensión de la obra, comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.

6. El no dar comienzo la contrata a los trabajos, dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.

7. El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

8. La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a la conclusión de esta.

9. El abandono de la obra sin causa justificada.

10. La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Valencia, 04 a julio de 2022



# **DOCUMENTO 4**

## **PRESUPUESTO**

Proyecto de una plantación trufera en la parcela 116 del polígono 44 del término municipal de Manzanera (Teruel)

PRESUPUESTO		Pág.: 5
CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2		Ref.: PRESUPUESTO
PLANTACIÓN		07/22

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
<b>1</b>	<b>01</b>		<b>PLANTACIÓN</b>			
1.1	Desfonde	h	<b>LABOR PRINCIPAL DE ARADO DE VERTEDERAS</b>			
			Labor principal de arado de vertederas			
	mq07ple030a	h	Arado de vertederas	1,000	20,430	20,43
	mo092	h	Tractorista	1,000	43,000	43,00
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	63,430	1,27
	3,000	%	Costes indirectos		64,700	1,94
			Clase: Mano de obra			43,000
			Clase: Maquinaria			20,430
			Clase: Medios auxiliares			1,270
			Clase: 3 % Costes indirectos			1,940
			<b>Coste total</b>			<b>66,64</b>
			SESENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
1.2	Subsolado	h	<b>SUBSOLADOR DE BASTIDOR RECTO Y DIENTE INCLINADO ACOPLADO A UN TRACTOR AGRÍCOLA Y UNA PROFUNDIDAD EN TORNO A 80 CM</b>			
			subsolador de bastidor recto y diente inclinado acoplado a un tractor agrícola y una profundidad en torno a 80 cm			
	mo092	h	Tractorista	1,000	43,000	43,00
	mq09tra010	h	Tractor agrícola 180 CV	1,000	27,200	27,20
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	70,200	1,40
	3,000	%	Costes indirectos		71,600	2,15
			Clase: Mano de obra			43,000
			Clase: Maquinaria			27,200
			Clase: Medios auxiliares			1,400
			Clase: 3 % Costes indirectos			2,150
			<b>Coste total</b>			<b>73,75</b>
			SETENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
1.3	Cultivador	h	<b>LABOR CON CULTIVADOR</b>			
			Despedregado del terreno suelto, con medios manuales.			
	mq09tra010	h	Tractor agrícola 180 CV	1,000	27,200	27,20
	mo115	h	Tractorista	1,000	14,000	14,00
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	41,200	0,82
	3,000	%	Costes indirectos		42,020	1,26
			Clase: Mano de obra			14,000
			Clase: Maquinaria			27,200
			Clase: Medios auxiliares			0,820
			Clase: 3 % Costes indirectos			1,260
			<b>Coste total</b>			<b>43,28</b>
			CUARENTA Y TRES EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS			
1.4	Desbroce	ha	<b>DESBROCE DEL TERRENO MEDIANTE DESBROZADORA EQUIPADA CON DISCO DE DIENTES DE SIERRA.</b>			
			Desbroce del terreno, con medios manuales, mediante desbrozadora equipada con disco de dientes de sierra.			
	3,000	%	Costes indirectos		23,301	0,70
			Clase: Sin descomposición			23,300
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,700
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>24,00</b>
			VEINTICUATRO EUROS			

	PRESUPUESTO	Pág.: 6
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: PRESUPUESTO
	PLANTACIÓN	07/22

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
1.5	Replanteo	h	<b>REPLANTEO DEL TERRENO PARA UN MARCO DE PLANTACIÓN DE 5 X 5 REALIZADO CON TRACTOR, GPS Y REJÓN</b>			
			Replanteo del terreno para un marco de plantación de 5 x 5 realizado con tractor, GPS y rejón			
	mq09bro010	h	Tractor con gps y rejon	1,000	30,000	30,00
	mo115	h	Tractorista	1,000	14,000	14,00
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	44,000	0,88
	3,000	%	Costes indirectos		44,880	1,35
			Clase: Mano de obra			14,000
			Clase: Maquinaria			30,000
			Clase: Medios auxiliares			0,880
			Clase: 3 % Costes indirectos			1,350
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>46,23</b>
			CUARENTA Y SEIS EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS			
1.6	Plantacion	Ud	<b>PLANTACIÓN MANUAL DE ENCINA MICORRIZADA CON TUBER MELANOSPORUM EN ENV ASE DE 450 C.C</b>			
			Plantación manual de encina micorrizada con Tuber melanosporum en env ase de 450 c.c			
	3,000	%	Costes indirectos		5,825	0,18
			Clase: Sin descomposición			5,830
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,170
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>6,00</b>
			SEIS EUROS			
1.7	Riegoconcis...	ha	<b>RIEGO INDIV IDUAL DE LAS PLANTAS CON DOSIFICACIÓN DE 10 L/PLANTA, MEDIANTE CUBA DE 5000 LITROS DE CAPACIDAD ARRASTRADA POR TRACTOR DE 120 CV</b>			
			Riego indiv idual de las plantas con dosificación de 10 l/planta, mediante cisterna arrastrada por tractor			
	3,000	%	Costes indirectos		601,942	18,06
			Clase: Sin descomposición			601,940
			Clase: 3 % Costes indirectos			18,060
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>620,00</b>
			SEISCIENTOS VEINTE EUROS			
1.8	Marras	Ud	<b>REPOSICIÓN DE MARRAS</b>			
			Reposición de marras			
	3,000	%	Costes indirectos		5,825	0,18
			Clase: Sin descomposición			5,830
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,170
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>6,00</b>
			SEIS EUROS			
1.9	Poda	ha	<b>PODA</b>			
			Poda			
	mo113	h	Mano de obra	1,000	82,000	82,00
	3,000	%	Costes indirectos		82,000	2,46
			Clase: Mano de obra			82,000
			Clase: 3 % Costes indirectos			2,460
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>84,46</b>
			OCHENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS			

	PRESUPUESTO	Pág.: 7
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: PRESUPUESTO
	PLANTACIÓN	07/22

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
1.10	Alcorque	ha	<b>REALIZACIÓN DEL ALCORQUE</b> Excavación en galería, en suelo de arcilla semidura, con medios manuales, y carga manual a camión. Incluso tabloneros, cabeceros y codales de madera para apuntalamiento y entibación.			
	mo113	h	Mano de obra	1,000	82,000	82,00
	3,000	%	Costes indirectos		82,000	2,46
			Clase: Mano de obra			82,000
			Clase: 3 % Costes indirectos			2,460
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>84,46</b>
			OCHENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS			
1.11	Escardas	ha	<b>REALIZACIÓN DE ESCARDAS</b> Realización de escardas			
	mo113	h	Mano de obra	1,000	82,000	82,00
	3,000	%	Costes indirectos		82,000	2,46
			Clase: Mano de obra			82,000
			Clase: 3 % Costes indirectos			2,460
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>84,46</b>
			OCHENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS			
1.12	Tubosprote...	Ud	<b>TUBOS PROTECTORES</b> Tubos protectores			
	3,000	%	Costes indirectos		0,485	0,02
			Clase: Sin descomposición			0,490
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,010
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>0,50</b>
			CINCUENTA CÉNTIMOS			

PRESUPUESTO		Pág.: 8
CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2		Ref.: PRESUPUESTO
VALLADO		07/22

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
<b>2</b>	<b>02</b>		<b>VALLADO</b>			
2.1	Malla	m	<b>MALLA ANUDADA HJ MRT LIGERA, ÉSTA ES UNA MALLA PROGRESIVA FABRICADA CON ALAMBRE GALVANIZADO REFORZADO DE CLASE A SEGÚN LA NORMA EN10244-2 DE 1,48 M DE ALTURA, CON 20 ALAMBRES HORIZONTALES Y 15 VERTICALES.</b>  Malla anudada HJ MRT ligera, ésta es una malla progresiva fabricada con alambre galvanizado reforzado de clase A según la norma EN10244-2 de 1,48 m de altura, con 20 alambres horizontales y 15 verticales.			
	3,000	%	Costes indirectos		3,010	0,09
			Clase: Sin descomposición			3,010
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,090
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>3,10</b>
			TRES EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS			
2.2	Puerta	Ud	<b>PUERTA METÁLICA DE DOS HOJAS, DE 2 M DE ALTURA Y 3 M CADA HOJA.</b>  Puerta metálica de dos hojas, de 2 m de altura y 3 m cada hoja.			
	3,000	%	Costes indirectos		370,990	11,13
			Clase: Sin descomposición			370,990
			Clase: 3 % Costes indirectos			11,130
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>382,12</b>
			TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON DOCE CÉNTIMOS			
2.3	Postesinter...	Ud	<b>POSTES DE ACERO GALVANIZADO DE 1,80 M DE ALTURA, CON UN DIÁMETRO DE 4,8 CM Y UN ESPESOR DE CHAPA DE 1,20 MM.</b>  Postes de acero galvanizado de 1,80 m de altura, con un diámetro de 4,8 cm y un espesor de chapa de 1,20 mm.			
	3,000	%	Costes indirectos		11,893	0,36
			Clase: Sin descomposición			11,890
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,360
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>12,25</b>
			DOCE EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS			
2.4	Postesderef...	Ud	<b>POSTES DE TENSIÓN CON DOS REFUERZOS DIAGONALES PARA PROPORCIONAR MAYOR TENSIÓN A LA VALLA.</b>  Postes de tensión con dos refuerzos diagonales para proporcionar mayor tensión a la valla.			
	3,000	%	Costes indirectos		21,359	0,64
			Clase: Sin descomposición			21,360
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,640
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>22,00</b>
			VEINTIDOS EUROS			
2.5	Grampillones	Ud	<b>GRAMPILLONES GALVANIZADOS</b>  Grampillones galvanizados			
	3,000	%	Costes indirectos		0,078	0,00
			Clase: Sin descomposición			0,080
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>0,08</b>
			OCHO CÉNTIMOS			

	PRESUPUESTO	Pág.: 9
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: PRESUPUESTO
	VALLADO	07/22

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
2.6	Tensores	Ud	<b>TENSORES DE CARRACA GALVANIZADOS</b>			
			Tensores de carraca galvanizados			
	3,000	%	Costes indirectos		0,961	0,03
			Clase: Sin descomposición			0,960
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,030
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>0,99</b>
			NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
2.7	Alambre	m	<b>ALAMBRE DE ESPINO GALVANIZADO</b>			
			Alambre de espinos galvanizado			
	3,000	%	Costes indirectos		0,152	0,01
			Clase: Sin descomposición			0,150
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,010
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>0,16</b>
			DIECISEIS CÉNTIMOS			
2.8	Tornillos	Ud	<b>TORNILLOS BICROMATADOS M5 DE 100 MM PARA UNIR LOS TENSORES A LOS POSTES</b>			
			Tornillos bicromatados M5 de 100 mm para unir los tensores a los postes			
	3,000	%	Costes indirectos		0,262	0,01
			Clase: Sin descomposición			0,260
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,010
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>0,27</b>
			VEINTISIETE CÉNTIMOS			
2.9	Marcadoline...	h	<b>MARCADO LÍNEA DE CERRAMIENTO Y APERTURA DE ZANJA DE 0,15 M POR MEDIOS MECÁNICOS PARA EL ENTERRAMIENTO DE 0,10</b>			
			Marcado línea de cerramiento y apertura de zanja de 0,15 m por medios mecánicos para el enterramiento de 0,10 m inferiores del vallado.			
	mq01mot010a	h	Tractor 70 CV potencia nominal	1,000	43,000	43,00
	mo113	h	Mano de obra	1,000	82,000	82,00
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	125,000	2,50
	3,000	%	Costes indirectos		127,500	3,83
			Clase: Mano de obra			82,000
			Clase: Maquinaria			43,000
			Clase: Medios auxiliares			2,500
			Clase: 3 % Costes indirectos			3,830
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>131,33</b>

CIENTO TREINTA Y UN EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

	PRESUPUESTO	Pág.: 10
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: PRESUPUESTO
	SISTEMA DE RIEGO	07/22

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
<b>3</b>	<b>03</b>		<b>SISTEMA DE RIEGO</b>			
3.1	Redprincipal	m	<b>COSTES DE LA RED PRINCIPAL</b>			
			-PVC de Ø 125 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 105 mm de 20 m de longitud -PVC de Ø 110 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 89 mm de 65 m de longitud -PVC de Ø 63 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 58 mm de 100 m de longitud			
	3,000	%	Costes indirectos		1.453,165	43,60
			Clase: Sin descomposición			1.453,170
			Clase: 3 % Costes indirectos			43,590
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>1.496,76</b>
			MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS			
3.2	Terciarias	m	<b>PVC SEGÚN LA NORMA UNE-EN 1452 CON UNA PN DE 6 ATM DE Ø 63 MM Y 6 ATM, CUYO DIÁMETRO INTERIOR ES DE 59 MM.</b>			
			Serán de PVC según la norma UNE-EN 1452 con una PN de 6 atm de Ø 63 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 59 mm.			
	3,000	%	Costes indirectos		340,718	10,22
			Clase: Sin descomposición			340,720
			Clase: 3 % Costes indirectos			10,220
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>350,94</b>
			TRESCIENTOS CINCUENTA EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
3.3	Laterales	m	<b>PE DE BAJA DENSIDAD PARA LATERALES DE MICROIRRIGACIÓN (NORMA UNE-12.201, PN4) DE Ø 20 MM Y 17,4 MM DE DIÁMETRO INTERIOR, PARA UNA PRESIÓN DE 4 ATM.</b>			
			La tuberías laterales Serán de PE de baja densidad para laterales de microirrigación (Norma UNE-12.201, PN4) de Ø 20 mm y 17,4 mm de diámetro interior, para una presión de 4 atm.			
	3,000	%	Costes indirectos		2.450,243	73,51
			Clase: Sin descomposición			2.450,240
			Clase: 3 % Costes indirectos			73,510
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>2.523,75</b>
			DOS MIL QUINIENTOS VEINTITRES EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
3.4	Sistemadeb...	Ud	<b>BOMBA DE ACOPLAMIENTO CERRADO DE ASPIRACIÓN FINAL MONOETAPA. EL MODELO SELECCIONADO ES NB 40-200/188 AAF2AESBQQEMW1</b>			
			Es una bomba de acoplamiento cerrado de aspiración final monoetapa. El modelo seleccionado es NB 40-200/188 AAF2AESBQQEMW1			
	3,000	%	Costes indirectos		4.287,379	128,62
			Clase: Sin descomposición			4.287,380
			Clase: 3 % Costes indirectos			128,620
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>4.416,00</b>
			CUATRO MIL CUATROCIENTOS DIECISEIS EUROS			

	PRESUPUESTO	Pág.: 11
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS N° 1 Y N° 2	Ref.: PRESUPUESTO
	SISTEMA DE RIEGO	07/22

N° Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
3.5	Sistemadefil...	Ud	<b>FILTRO MODELO AZUD AGL MALLA DE ACERO INOXIDABLE 130 MICRON 3"</b> modelo AZUD AGL malla de acero inoxidable 130 micron 3"			
	3,000	%	Costes indirectos		97,087	2,91
			Clase: Sin descomposición			97,090
			Clase: 3 % Costes indirectos			2,910
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>100,00</b>
			CIENTOS EUROS			
3.6	Manometro	Ud	<b>MANÓMETROS DE GLICERINA, UNO AGUAS ABAJO DEL FILTRO Y OTRO AGUAS ARRIBA DEL FILTRO</b> se deben incluir dos manómetros de glicerina, uno aguas abajo del filtro y otro aguas arriba del filtro			
	3,000	%	Costes indirectos		9,709	0,29
			Clase: Sin descomposición			9,710
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,290
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>10,00</b>
			DIEZ EUROS			
3.7	Grupoelectr...	Ud	<b>GRUPO ELECTRÓGENO DE LA MARCA AGRESA MODELO BAUDOIN DE 11 KVA (8,8 KW)</b> Se opta la marca Agresa modelo Baudouin de 11 kVA (8,8 kW)			
	3,000	%	Costes indirectos		1.941,748	58,25
			Clase: Sin descomposición			1.941,750
			Clase: 3 % Costes indirectos			58,250
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>2.000,00</b>
			DOS MIL EUROS			
3.8	Microaspersor	Ud	<b>MICROASPELOR AUTO-COMPENSANTE DE NETAFIM™ CON UN MECANISMO DE REGULACIÓN DE CAUDAL, MODELO SUPERNET™</b> Modelo Supernet™, el cual se corresponde con un microaspersor auto-compensante de Netafim™ con un mecanismo de regulación de caudal			
	3,000	%	Costes indirectos		0,650	0,02
			Clase: Sin descomposición			0,650
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,020
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>0,67</b>
			SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS			
3.9	Excavacion...	m³	<b>EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS PARA TUBERÍAS DE DIMENSIONES 0,6 X 0,75 M CON RETROEXCAVADORA</b> Excavación mecánica de zanjas para tuberías de dimensiones 0,6 x 0,75 m con retroexcavadora			
	mq01ret020b	h	Retroexcavadora	3,300	37,000	122,10
	mo113	h	Mano de obra	3,300	82,000	270,60
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	392,700	7,85
	3,000	%	Costes indirectos		400,550	12,02
			Clase: Mano de obra			270,600
			Clase: Maquinaria			122,100
			Clase: Medios auxiliares			7,850
			Clase: 3 % Costes indirectos			12,020
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>412,57</b>
			CUATROCIENTOS DOCE EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS			

	PRESUPUESTO		Pág.: 12
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS N° 1 Y N° 2		Ref.: PRESUPUESTO
	SISTEMA DE RIEGO		07/22

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

3.10	Cisternaflexi...	Ud	<b>CISTERNA FLEXIBLE CON UNA CAPACIDAD DE 150-200 M3.</b>			
			Cisterna flexible con una capacidad de 150-200 m3.			
	3,000	%	Costes indirectos		776,699	23,30
			Clase: Sin descomposición			776,700
			Clase: 3 % Costes indirectos			23,300
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>800,00</b>

OCHOCIENTOS EUROS

	PRESUPUESTO		Pág.: 13
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS N° 1 Y N° 2		Ref.: PRESUPUESTO
	CASETA		07/22

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

<b>4</b>	<b>04</b>		<b>CASETA</b>			
4.1	Casetaderiego	Ud	<b>CASETA DE HORMIGÓN PREFABRICADA</b>			
			Caseta de hormigón prefabricada			
	3,000	%	Costes indirectos		3.466,019	103,98
			Clase: Sin descomposición			3.466,020
			Clase: 3 % Costes indirectos			103,980
			<b>Coste total redondeado</b>			<b>3.570,00</b>

TRES MIL QUINIENTOS SETENTA EUROS





	PRESUPUESTO	Pág.: 16
	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	Ref.: PRESUPUESTO
	SISTEMA DE RIEGO	07/22

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Latitud	Longitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
<b>3</b>	<b>03 SISTEMA DE RIEGO</b>								
3.1	M Costes de la red principal								
Redprinci...	-PVC de Ø 125 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 105 mm de 20 m de longitud -PVC de Ø 110 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 89 mm de 65 m de longitud -PVC de Ø 63 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 58 mm de 100 m de longitud								
	Total partida 3.1 .....						1,000	1.496,76	1.496,76
3.2	M PVC según la norma UNE-EN 1452 con una PN de 6 atm de Ø 63 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 59 mm.								
Terciarias	Serán de PVC según la norma UNE-EN 1452 con una PN de 6 atm de Ø 63 mm y 6 atm, cuyo diámetro interior es de 59 mm.								
	Total partida 3.2 .....						1,000	350,94	350,94
3.3	M PE de baja densidad para laterales de microirrigación (Norma UNE-12.201, PN4) de Ø 20 mm y 17,4 mm de diámetro interior, para una presión de 4 atm.								
Laterales	La tuberías laterales Serán de PE de baja densidad para laterales de microirrigación (Norma UNE-12.201, PN4) de Ø 20 mm y 17,4 mm de diámetro interior, para una presión de 4 atm.								
	Total partida 3.3 .....						1,000	2.523,75	2.523,75
3.4	Ud Bomba de acoplamiento cerrado de aspiración final monoetapa. El modelo seleccionado es NB 40-200/188 AAF2AESBQQEMW1								
Sistemad...	Es una bomba de acoplamiento cerrado de aspiración final monoetapa. El modelo seleccionado es NB 40-200/188 AAF2AESBQQEMW1								
	Total partida 3.4 .....						1,000	4.416,00	4.416,00
3.5	Ud Filtro modelo AZUD AGL malla de acero inoxidable 130 micron 3"								
Sistemad...	modelo AZUD AGL malla de acero inoxidable 130 micron 3"								
	Total partida 3.5 .....						1,000	100,00	100,00
3.6	Ud Manómetros de glicerina, uno aguas abajo del filtro y otro aguas arriba del filtro								
Manometro	se deben incluir dos manómetros de glicerina, uno aguas abajo del filtro y otro aguas arriba del filtro								
	Total partida 3.6 .....						2,000	10,00	20,00
3.7	Ud Grupo electrógeno de la marca Agresa modelo Baudouin de 11 kVA (8,8 kW)								
Grupoele...	Se opta la marca Agresa modelo Baudouin de 11 kVA (8,8 kW)								
	Total partida 3.7 .....						1,000	2.000,00	2.000,00
3.8	Ud Microaspersor auto-compensante de Netafim™ con un mecanismo de regulación de caudal, modelo Supernet™								
Microasp...	Modelo Supernet™, el cual se corresponde con un microaspersor auto-compensante de Netafim™ con un mecanismo de regulación de caudal								
	Total partida 3.8 .....						469,000	0,67	314,23
3.9	M³ Excavación mecánica de zanjas para tuberías de dimensiones 0,6 x 0,75 m con retroexcavadora								
Excavaci...	Excavación mecánica de zanjas para tuberías de dimensiones 0,6 x 0,75 m con retroexcavadora								
	Total partida 3.9 .....						1,000	412,57	412,57
3.10	Ud Cisterna flexible con una capacidad de 150-200 m3.								
Cisternafl...	Cisterna flexible con una capacidad de 150-200 m3.								
	Total partida 3.10 .....						1,000	800,00	800,00
	<b>Total 03 Sistema de riego .....</b>								<b>12.434,25</b>

	PRESUPUESTO	Pág.: 17
	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	Ref.: PRESUPUESTO
	CASETA	07/22

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Latitud	Longitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
<b>4</b>	<b>04 CASETA</b>								
4.1	Ud Caseta de hormigón prefabricada								
Casetade...	Caseta de hormigón prefabricada								
	Total partida 4.1 .....						1,000	3.570,00	3.570,00
	<b>Total 04 Caseta .....</b>								<b>3.570,00</b>

	PRESUPUESTO	Pág.: 18
	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	Ref.: PRESUPUESTO
	RESUMEN DE CAPÍTULOS	07/22

## Presupuesto de ejecución material

1 Plantación	4.583,79
2 Vallado	5.397,74
3 Sistema de riego	12.434,25
4 Caseta	3.570,00
<b>Total .....</b>	<b>25.985,78</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de **VEINTICINCO MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS.**

	PRESUPUESTO	Pág.: 19
	RESUMEN DE PRESUPUESTO	Ref.: PRESUPUESTO
	RESUMEN DE CAPÍTULOS	07/22

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL .....</b>	<b>25.985,78</b>
13% Gastos Generales.....	3.378,15
6% Beneficio Industrial.....	1.559,15
<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>30.923,1</b>
21% IVA.....	6.493,85
<b>PRESUPUESTO + IVA .....</b>	<b>37.416,95</b>

Nº Orden	Código	Descripción de los capítulos	Importe	%
1	01	Plantación	4.583,79	17,64
2	02	Vallado	5.397,74	20,77
3	03	Sistema de riego	12.434,25	47,85
4	04	Caseta	3.570,00	13,74

Suma el presente presupuesto más IVA la cantidad de:

TREINTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS DIEZ Y SEIS EUROS

# **DOCUMENTO 5**

## **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Proyecto de una plantación trufera en la parcela 116 del polígono 44 del término municipal de Manzanera (Teruel)

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. MEMORIA</b>	<b>1</b>
2.1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	1
2.2. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	2
2.2.1 TIPO DE OBRA	2
2.2.2 LOCALIZACIÓN	2
2.2.3 PRESUPUESTO	3
2.2.4 NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTOS	3
2.3 PLAN DE EJECUCIÓN DE LA OBRA	3
<b>3. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	<b>3</b>
3.1 ACTUACIONES	3
3.1.1 ACTUACIONES PARA LLEVAR A CABO LA PLANTACIÓN Y MOVIMIENTOS DE TIERRA PARA EL SISTEMA DE RIEGO, VALLADO DE LA PARCELA Y COLOCACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO.	3
3.2 MAQUINARIA	5
3.2.1 CULTIVADOR, ARADO DE VERTEDERAS, SUBSOLADOR, CAMIÓN CISTERNA.	5
3.2.2 RETROEXCAVADORAS	6
3.2.3 CAMIÓN GRÚA, CAMIÓN HORMIGONERA Y TRACTORES	7
3.2.4 USO DE HERRAMIENTAS MANUALES	9
3.3 ASPECTOS RELEVANTES	9
3.3.1 ACCESIBILIDAD A LA ZONA DE ACTUACIÓN	9
3.3.2 CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA	10
3.3.3 CONCENTRACIÓN EXCESIVA DE PERSONAS	10
<b>4. MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS</b>	<b>10</b>
4.1 RECONOCIMIENTO MÉDICO	10
4.2 BOTIQUÍN	11
4.3 EXTINTORES	11
4.4 ASISTENCIA AL PERSONAL ACCIDENTADO	11
<b>5. FORMACIÓN DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>	<b>11</b>
<b>6. LIBRO DE INCIDENCIAS</b>	<b>12</b>
<b>7. NORMATIVA A APLICAR DURANTE EL TRANCURSO DE LA OBRA</b>	<b>12</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

Atendiendo al artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, se declara la obligatoriedad del estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se de alguno de los siguientes supuestos:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,09 €. No es este el caso ya que el presupuesto de ejecución por contrata en este proyecto es 35.217,83€.

-La suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500 (volumen de mano de obra estimada). No es el caso.

- La duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente. No es el caso, ya que el número total de trabajadores trabajando de forma simultánea es de 2.

- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas. No es el caso al ser un cercado, una forestación y la instalación de un sistema de riego.

Los proyectos de obra, no incluidos en los anteriores supuestos, como el presente, incluirán un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

## **2. MEMORIA**

### **2.1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El Estudio Básico de Seguridad y Salud (E.B.S.S) tiene por objeto servir de base para que las empresas Contratistas que colaboran en la ejecución de las obras precisen de las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo con lo estipulado en el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre.

Los objetivos del Estudio Básico de Seguridad y Salud se definen en los siguientes apartados, cuyo ordinal es indiferente al considerarlos todos de un mismo rango:

1. Conocer el proyecto y, en coordinación con su autor, definir la tecnología más adecuada para la realización de la obra, con el fin de conocer los posibles riesgos que de ella se desprenden.

2. Analizar las unidades de obra del proyecto en función de sus factores formales y de ubicación en coherencia con la tecnología y métodos constructivos a desarrollar.

3. Definir todos los riesgos detectables que pueden aparecer a lo largo de la realización de los trabajos.
4. Diseñar las líneas preventivas en función de una determinada metodología a seguir e implantar durante el proceso de construcción.
5. Divulgar la prevención entre todos los intervinientes en el proceso de construcción, interesando a los sujetos en su práctica con el fin de lograr su mejor y más razonable colaboración.
6. Crear un marco de salud laboral, en el que la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.
7. Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase nuestra intención técnica y se produzca el accidente, de tal forma que la asistencia al accidentado sea la adecuada y aplicada con la máxima celeridad y atención posibles.
8. Diseñar una línea formativa, para prevenir por medio del método de trabajo correcto, los accidentes.
9. Hacer llegar la prevención de riesgos desde el punto de vista de costes a cada empresa o autónomos intervinientes, de tal forma que se eviten prácticas contrarias a la seguridad y salud.

## **2.2. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

### **2.2.1 TIPO DE OBRA**

Las obras consisten en la ejecución de las diferentes fases del “Proyecto de plantación trufera con carrasca micorrizada (*Quercus ilex ssp. rotundifolia*) para la producción de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt) en el término municipal de Manzanera (Teruel)”.

### **2.2.2 LOCALIZACIÓN**

La parcela donde se va a llevar a cabo la plantación se encuentra en la provincia de Teruel y pertenece al término municipal de Manzanera. Se encuentra a 2 Km de la población más cercana llamada Alcotas.

La parcela se identifica catastralmente como la parcela 116 del polígono 44 y su referencia catastral es: 44150A044001160000TE.

Las coordenadas UTM del centro de la parcela son:

X: 688448.25

Y: 4429557.04

### **2.2.3 PRESUPUESTO**

Se dispone de un presupuesto de ejecución por contrata del proyecto de obra asciende a TREINTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS DIECISIETE EUROS (35.217,83).

Debido a la naturaleza de las obras, el presupuesto de ejecución y el número de operarios previsto, no es obligatorio dotar económicamente este apartado; sin embargo la empresa adjudicataria dotará de las habituales medidas de seguridad personal a aquellos trabajadores que trabajen en las labores de mayor riesgo.

### **2.2.4 NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTOS**

El número total de trabajadores previsto será de 4 o 5 simultáneamente que se corresponden con una cuadrilla de trabajo compuesta por un jefe de cuadrilla y cuatro peones.

La instalación del sistema de riego en el año 7 será realizada por 3 o 4 trabajadores, un jefe de cuadrilla y 3 peones

## **2.3 PLAN DE EJECUCIÓN DE LA OBRA**

Las obras objeto de este plan se prolongarán a lo largo de 20-30 días. En el Anejo 10 se detallan las tablas con las principales unidades de obra y su desarrollo a lo largo del tiempo.

## **3. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS**

### **3.1 ACTUACIONES**

A continuación se realiza un análisis de los posibles riesgos en cada una de las actividades que se van a realizar y las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual para reducir al máximo posible cada uno de los riesgos.

#### **3.1.1 ACTUACIONES PARA LLEVAR A CABO LA PLANTACIÓN Y MOVIMIENTOS DE TIERRA PARA EL SISTEMA DE RIEGO, VALLADO DE LA PARCELA Y COLOCACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO.**

.Posibles riesgos:

- Vuelco de la maquinaria.
- Arrollamientos de la maquinaria.
- Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal entendimiento.

- Colisión con otros objetos o entre vehículos.
- Caídas de personas al mismo nivel y/o al interior de las excavaciones.
- Atrapamiento de personas por deshidratación del terreno o deslizamiento de la maquinaria.
- Golpes y cortes por el uso de herramientas manuales.
- Electrocuciiones

#### Medidas preventivas:

- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada, quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.
- Se dejarán las zonas de paso libres de obstáculos.
- No transportar personas sobre la máquina fuera de la cabina.
- Prestar una mayor atención ante épocas de climatología adversa.
- No aproximarse demasiado a los bordes del terreno.
- Mantenerse siempre atento a las labores que se están realizando así como del entorno que te rodea.
- Paralización con fuertes vientos en trabajos en exterior.
- Llevar a cabo la mejor elección de las herramientas y hacer un uso adecuado de ellas.
- No situarse en el radio de acción de la maquinaria.

#### Protecciones de los operarios:

- Casco protector homologado.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Gafas antiproyecciones.
- Botas de seguridad con suela antideslizante.

- Ropa de trabajo (mono o pantalón y chaquetilla) con elementos reflectantes que permita ser vistos por el resto de trabajadores.
- Guantes de seguridad.
- Cinturón lumbar para proteger la espalda frente a las actuaciones de riesgo.

## **3.2 MAQUINARIA**

### **3.2.1 CULTIVADOR, ARADO DE VERTEDERAS, SUBSOLADOR, CAMIÓN CISTERNA.**

Posibles riesgos:

- Atrapamiento del operario
- Golpes - Proyección de objetos
- Daños por vibraciones
- Dolencias causadas por realizar esfuerzos
- Ruido

Medidas preventivas:

- No transportar personas sobre la máquina fuera de la cabina.
- Prestar una mayor atención ante épocas de climatología adversa.
- Paralización de las labores si los vientos llegan a ser peligrosos.
- Mantener una buena limpieza de los cristales para tener toda la visibilidad posible.
- Prohibido el uso de bebidas alcohólicas durante la totalidad de la jornada laboral.
- Ninguna persona permanecerá dentro del radio de acción de la máquina.

Protecciones de los operarios:

- Casco protector homologado.
- Mascarilla autofiltrante.
- Gafas antiproyecciones.

- Botas de seguridad con suela antideslizante.
- Ropa de trabajo con elementos reflectantes que permita ser vistos por el resto de trabajadores.
- Guantes de seguridad.
- Protecciones auditivas frente a la exposición continuada de ruidos dañinos.

### **3.2.2 RETROEXCAVADORAS**

Posibles riesgos:

- Vuelco de la maquinaria.
- Atrapamiento del operario
- Arrollamientos de la maquinaria.
- Caídas del personal
- Atrapamiento de personas por deshidratación del terreno o deslizamiento de la maquinaria.
- Quemaduras.
- Exposición continuada frente a ruidos y vibraciones.
- Riesgo de inhalación de polvo.
- Colisión con otros objetos o entre vehículos.

Medidas preventivas:

- Los operarios que lleven la maquinaria deberán disponer del carnet correspondiente.
- La maquinaria empleada deberá estar cuidada de la manera correcta y con la ITV pasada correctamente.
- La maquinaria no se empleará en zonas con una pendiente superior a la que se indica en el manual del fabricante.
- Mantener una buena limpieza de los cristales para tener toda la visibilidad posible.
- Ninguna persona permanecerá dentro del radio de acción de la máquina.

- Solo se podrá hacer uso de la retroexcavadora para transportar objetos colgados de la cuchara si ésta dispone de ojal de enganche.
- Para reducir los daños del conductor se deberá emplear un asiento reductor de vibraciones..
- En el hipotético caso de tener que manipular la batería queda prohibido la inhalación de cualquier sustancia.
- Será imprescindible tener un extintor en el interior de la cabina.
- Prohibido el uso de bebidas alcohólicas durante la totalidad de la jornada laboral.

Protecciones de los operarios:

- Casco protector homologado.
- Mascarilla autofiltrante.
- Gafas antiproyecciones.
- Botas de seguridad con suela antideslizante.
- Ropa de trabajo con elementos reflectantes que permita ser vistos por el resto de trabajadores.
- Guantes de seguridad.
- Protecciones auditivas frente a la exposición continuada de ruidos dañinos.

### **3.2.3 CAMIÓN GRÚA, CAMIÓN HORMIGONERA Y TRACTORES**

Posibles riesgos:

- Vuelco de la maquinaria.
- Atrapamiento del operario.
- Arrollamientos de la maquinaria.
- Caídas del personal.
- Atrapamiento de personas por deshidratación del terreno o deslizamiento de la maquinaria.

- Quemaduras.
- Exposición continuada frente a ruidos y vibraciones.
- Riesgo de inhalación de polvo.
- Colisión con otros objetos o entre vehículos.

#### Medidas preventivas:

- Los operarios que lleven la maquinaria deberán disponer del carnet correspondiente.
- La maquinaria empleada deberá estar cuidada de la manera correcta y con la ITV pasada correctamente.
- La maquinaria no se empleará en zonas con una pendiente superior a la que se indica en el manual del fabricante.
- Mantener una buena limpieza de los cristales para tener toda la visibilidad posible.
- Ninguna persona permanecerá dentro del radio de acción de la máquina.
- Solo se podrá hacer uso de la retroexcavadora para transportar objetos colgados de la cuchara si ésta dispone de ojal de enganche.
- Para reducir los daños del conductor se deberá emplear un asiento reductor de vibraciones.
- En el hipotético caso de tener que manipular la batería queda prohibido la inhalación de cualquier sustancia.
- Será imprescindible tener un extintor en el interior de la cabina.
- Prohibido el uso de bebidas alcohólicas durante la totalidad de la jornada laboral.

#### Protección de los operarios:

- Casco protector homologado.
- Mascarilla autofiltrante.
- Gafas antiproyecciones.
- Botas de seguridad con suela antideslizante.

- Ropa de trabajo con elementos reflectantes que permita ser vistos por el resto de trabajadores.
- Guantes de seguridad.
- Protecciones auditivas frente a la exposición continuada de ruidos dañinos.

### **3.2.4 USO DE HERRAMIENTAS MANUALES**

Posibles riesgos:

- Heridas en cualquier parte del cuerpo, principalmente en los brazos.
- Golpes producidos por las herramientas.
- Quemaduras

Medidas preventivas:

- Prohibido el uso de bebidas alcohólicas durante la totalidad de la jornada laboral
- Mantenerse concentrado en los trabajos que se están llevando a cabo y en el entorno.

Protección de los operarios:

- Casco protector homologado.
- Gafas antiproyecciones.
- Botas adaptadas a la labor a ejecutar.
- Ropa de trabajo con elementos reflectantes que permita ser vistos por el resto de trabajadores.
- Guantes de seguridad.

## **3.3 ASPECTOS RELEVANTES**

### **3.3.1 ACCESIBILIDAD A LA ZONA DE ACTUACIÓN**

El acceso desde la población más cercana hasta la parcela se trata de un camino pequeño de tierra con condiciones cambiantes, que nos permitirá llevar la maquinaria necesaria de las labores de establecimiento y mantenimiento de la plantación.

### **3.3.2 CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA**

El clima no supondrá ningún impedimento grave, ya que según el estudio climatológico realizado en el anejo 2 se trata de una zona con inviernos moderados con veranos calurosos, los principales inconvenientes que se pueden llegar a dar son las precipitaciones que se dan en forma de tormenta en verano y las heladas que se producen en invierno, para las que habrá que prever las medidas oportunas.

Por lo que será de vital importancia tener especial cuidado ante las bajas temperaturas y a los golpes de calor producidos en los meses más secos.

Medidas de seguridad:

- No realizar ningún laboreo del suelo ni manual ni mecánico en caso de tormenta.
- No emplear elementos metálicos en caso de tormenta.
- En los periodos más fríos ponerse la ropa adecuada para mantener la mejor temperatura corporal posible.
- Evitar las horas del día con temperaturas más elevadas.

### **3.3.3 CONCENTRACIÓN EXCESIVA DE PERSONAS**

Dado que la población más cercana es Alcotas que cuenta con una media poblacional inferior a los 50 habitantes no se prevé ningún tipo de aglomeración de personas que impida o dificulte la accesibilidad a la parcela o las labores a realizar o la accesibilidad a la parcela.

Medidas de seguridad:

- Se deberá señalizar correctamente en todos los posibles accesos las labores que se están realizando para cualquier persona que se aproxime a la zona donde se están llevando a cabo las obras.

## **4. MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS**

### **4.1 RECONOCIMIENTO MÉDICO**

Todos los trabajadores deberán haber pasado previamente el reconocimiento médico pertinente para poder comenzar el trabajo.

## **4.2 BOTIQUÍN**

Todos los vehículos para transporte de personal y maquinaria irán provistos de un botiquín de primeros auxilios. El botiquín se revisará de forma mensual y debe contener como mínimo agua destilada, antisépticos, desinfectantes autorizados, vendas, gasas, apósitos y algodón, manta térmica, suero fisiológico, tijeras, pinzas, guantes desechables y torniquete.

## **4.3 EXTINTORES**

Se dispondrá de extintores en el interior de la maquinaria y los vehículos, situados en una posición fácilmente visible y con una buena accesibilidad. El extintor se deberá revisar con asiduidad de acuerdo con la normativa de la Delegación de Industria para estos elementos.

## **4.4 ASISTENCIA AL PERSONAL ACCIDENTADO**

La dirección y teléfono del centro de urgencias asignado, estará expuesto claramente y en lugar bien visible, para un rápido y efectivo tratamiento de los accidentados.

Los teléfonos de urgencias de la zona se muestran a continuación:

- S.O.S. ARAGÓN: 112
- HOSPITAL GENERAL OBISPO POLANCO (TERUEL): 978621150
- AMBULANCIA (TERUEL): 978611222
- CRUZ ROJA (TERUEL): 978602222
- BOMBEROS DE TERUEL: 978 604080
- GUARDIA CIVIL: 062

## **5. FORMACIÓN DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO**

Todo el personal de la obra, al ingresar en la misma, deberá recibir la formación adecuada sobre los métodos y sus riesgos, así como de las medidas de seguridad que deberán adoptar.

## **6. LIBRO DE INCIDENCIAS**

1º. En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de Seguridad y Salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado habilitado al efecto.

2º. El libro de incidencias será facilitado por:

a) El colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de Seguridad y Salud.

b) La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones Públicas.

3º. El libro de incidencias, que deberá mantener siempre en la obra, estará en poder del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, en poder de la Dirección Facultativa. A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa de la obra, los Contratistas y los Subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de Administraciones Públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con fines que al libro se le reconocen en el apartado 1.

4º. Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud, durante la ejecución de la obra estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realice la obra. Igualmente deberá notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

## **7. NORMATIVA A APLICAR DURANTE EL TRANCURSO DE LA OBRA**

-Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

-Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

-Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.

-Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

-Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de Cargas.

-Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.

-Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

-Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.

-Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.