



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

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)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

AUTOR/A: Brell Jarque, Mario

Tutor/a: Dopazo González, Carlos

Cotutor/a: Palau Estevan, Carmen Virginia

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

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

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

1. OBJETO DEL PROYECTO	1
1.1 NATURALEZA Y FINALIDAD DEL PROYECTO	1
1.2 LOCALIZACIÓN	1
1.3 DIMENSIONES	1
2. ANTECEDENTES	1
2.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO	1
2.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
2.3 ESTUDIOS REALIZADOS	2
3. BASES DEL PROYECTO	2
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
4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	7
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
5. INGENIERÍA DEL PROYECTO	10
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
6. VALLADO DE LA PARCELA	16
7. SISTEMA DE RIEGO	17
8. ESTUDIO ECONÓMICO	20
8.1 VIDA ÚTIL DEL PROYECTO	20
8.2 RENTABILIDAD ECONÓMICA	21
9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	21

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

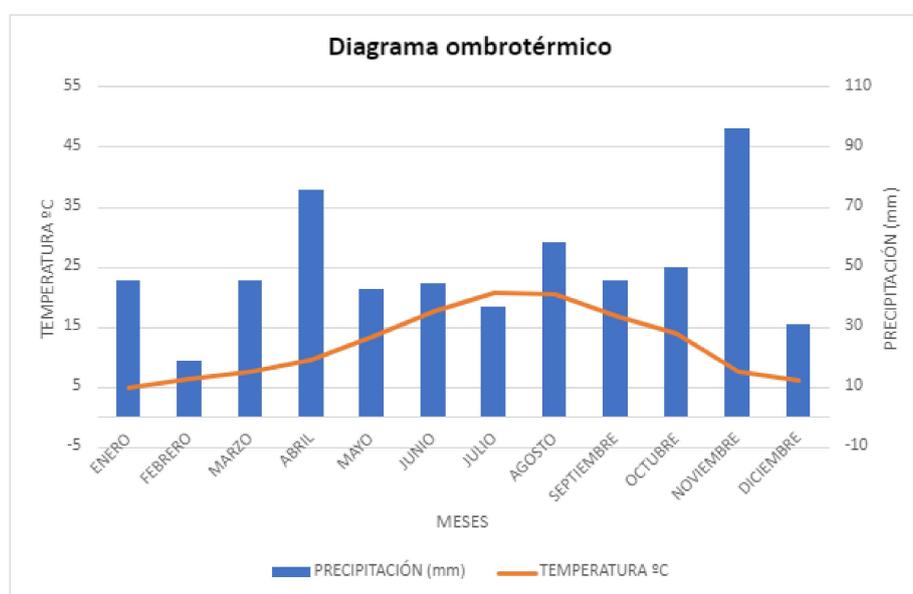


Figura 1. Diagrama ombrotérmico de El Toro situado a 2 Km de la parcela

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 trufficultor) en la C/. Zaragoza, 8 en Sarión (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 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.

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/m², 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 m² 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